



**Paulo Jorge Santos Taborda**

Licenciado em Engenharia Civil

## **O BIM como plataforma para concursos públicos: contribuição para uma metodologia de implementação**

Dissertação para obtenção do Grau Mestre em  
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Nuno Cachadinha, Professor Doutor, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Rocha de Almeida

Arguente: Prof. Doutor António Aguiar Costa



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro de 2012**





**Paulo Jorge Santos Taborda**

Licenciado em Engenharia Civil

**O BIM como plataforma para concursos públicos:  
contribuição para uma metodologia de implementação**

Dissertação para obtenção do Grau Mestre em  
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Nuno Cachadinha, Professor Doutor, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Rocha de Almeida

Arguente: Prof. Doutor António Aguiar Costa



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro de 2012**





‘Copyright’ Paulo Jorge Santos Taborda, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## AGRADECIMENTOS

A presente dissertação deu-se por concluída graças a quem, directa ou indirectamente, tornou possível a chegada deste momento. É a todos eles que deixo uma palavra de gratidão:

Ao Prof. Doutor Nuno Cachadinha, um sincero agradecimento pela oportunidade oferecida, pela aposta na minha formação e pela excelência na sua orientação.

Pela inigualável experiência que me proporcionou, integração e espírito de equipa, onde todos trabalhámos para um legado comum, com amizade, liberdade de expressão e partilha de momentos e de pensamentos que muito me fizeram amadurecer.

Pelos bons e maus momentos, pelos conselhos, apoio e palavra amiga, pela confiança concedida e conquistada, pela motivação e disponibilidade, pela humildade de ouvir opiniões e pelos “raspanetes” (merecidos e em altura própria) que me fizeram evoluir enquanto pessoa e profissional.

À equipa, com todos os elementos que dela fazem e fizeram parte, pelo companheirismo, partilha e experiências.

Ao Eng.º Álvaro Sardinha, pelas oportunidades que me proporcionou e ao Eng.º José Clemente pela formação e amizade.

Aos Exmos. Senhores, por ordem cronológica da entrevista, Arq.<sup>a</sup> Carla Simões, Dr. Pedro Ministro, Eng.º Paulo Reis, Eng.<sup>a</sup> Teresa Nogueira Simões, Prof. Doutor António Mendonça, Eng.º Mineiro Aires e Dr. Fernando Silva, pela disponibilidade e interesse que demonstraram nas entrevistas de validação.

Ao Eng.º Rui Taborda e à Eng.<sup>a</sup> Isabel Taborda, pela educação oferecida desde cedo, pelas oportunidades únicas, pela incessante e incansável ajuda e, está claro, pelas propinas! Ao Eng.º Pedro Taborda, pelo exemplo que representa e que tanto me fez ambicionar ser melhor. Aos meus avós, tanto aqueles que ainda se encontram entre nós, como aquele que já não.

À Sara, pelo carinho, pelos constantes incentivos e pelo apoio incondicional.

Aos amigos, pelos inesquecíveis momentos passados.



# RESUMO

O *Building Information Modeling* (BIM) tem vindo a assumir o papel principal dentro das Tecnologias de Informação e Comunicação no sector da Arquitectura, Engenharia e Construção. As suas vantagens têm sido descritas tanto por profissionais como por académicos, sendo as principais o aumento da produtividade e a diminuição de custos. Em ambiente de contenção de custos, o BIM poderá ser uma oportunidade para apostar no crescimento sustentado da indústria, estimulando a transparência e promovendo a imagem do sector.

Pelo mundo fora vários países já tornaram o BIM obrigatório nas suas obras públicas. No entanto, não existe nenhuma metodologia, estrutura ou modelo que garanta o sucesso da implementação. O principal objectivo da presente dissertação é sistematizar um conjunto de condicionantes a ter em conta num processo desta natureza e criar uma metodologia que garanta o sucesso da implementação governamental do BIM. Para atingir o objectivo, é efectuada uma revisão da literatura onde são analisados e comparados os casos da Dinamarca, da Finlândia, da Holanda, da Noruega, de Singapura, do Reino Unido e dos Estados Unidos da América.

É determinado, analisado e discutido o impacto das condicionantes no sucesso da implementação do BIM, bem como as suas interacções. As condicionantes seleccionadas são: política, social, cultural, financeira, económica, operacional, comercial, educacional e técnica.

Por fim, são identificadas quais as medidas que contribuíram para o sucesso de cada implementação em particular e, através da combinação dessas acções, é proposta uma metodologia para implementações efectivas de BIM como uma plataforma obrigatória para concursos públicos a nível nacional. A metodologia divide-se em quatro fases (preparação, implementação, aplicação e continuidade) em que são definidas as linhas de orientação que, com os devidos ajustamentos à realidade nacional e respeitando o encadeamento cronológico dessas mesmas fases, conduzem ao sucesso da implementação.

**Termos chave:** BIM, Metodologia, Condicionantes, Concursos Públicos, Implementação, Políticas Nacionais



# ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) has been steadily taking the prime role in the Information and Communications Technologies sectors of Architecture, Engineering and Construction. BIM tends to increase productivity during project implementation and to save costs throughout the whole lifecycle of the project, benefits that have been identified and praised by both professionals and academics. In the current economical conditions, BIM can then be seen as an opportunity to invest in the sustainable growth of the industry, and to restructure the collaboration process between the various stakeholders to encourage transparency and promote the reputation of the sector.

Many countries throughout the world have already made BIM mandatory in their public trends. However, there is currently no standard framework, model or methodology that guarantees a successful implementation. The main goal of this dissertation is to gather the main constraints to consider in this kind of procurement and create a roadmap for governmental BIM implementation that guarantees its success. In order to accomplish this goal, several international case studies were analyzed and compared, such as Denmark, Finland, The Netherlands, Norway, Singapore, United Kingdom and the United States of America.

This work identifies a set of constraints, such as political, social, cultural, financial, economic, operational, commercial, educational and technical, and critically analyzes their individual and synergistic impact on the success of BIM implementations.

By learning how to identify which particular actions contributed to the success of a specific implementation and studying how to properly combine them, a unified methodology shall be proposed. This methodology consists of four main chronological stages (preparation, implementation, application and continuity) which, as a whole, and after careful adjustments to the each country's individual conditions, outline the bearings for successful implementations of BIM as a mandatory platform for public tenders at national level.

**Keywords:** BIM, Roadmap, Constrains, Public Tenders, Implementation, National Policies





## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

|         |   |
|---------|---|
| AEC     | Arquitetura, Engenharia e Construção                                  |
| AECO    | Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação                        |
| AECOPS  | Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas                 |
| AIA     | <i>American Institute of Architects</i>                               |
| BCA     | <i>Building and Construction Authority</i>                            |
| BDS     | <i>Building Description System</i>                                    |
| BIM     | <i>Building Information Modeling</i>                                  |
| CAD     | <i>Computer-Aided Design</i>  |
| CCP     | Código dos Contratos Públicos   |
| CORENET | <i>Construction and Real Estate Network</i>                           |
| DECA    | <i>Danish Enterprise and Construction Authority</i>                   |
| EA-16   | Os dezasseis países membros da Área Euro                              |
| eNPQS   | <i>electronic National Productivity and Quality Specifications</i>    |
| eSS     | <i>e-Submission System</i>  |
| EU-15   | Os quinze países membros da União Europeia antes de 1 de Maio de 2004 |
| EU-27   | Os vinte e sete países membros da União Europeia                      |
| FM      | <i>Facilities Management</i>  |
| G2B     | <i>Government to Business</i>   |
| GSA     | <i>U. S. General Services Administration</i>                          |
| I&D     | Investigação e Desenvolvimento  |
| IAI     | <i>International Alliance for Interoperability</i>                    |
| IFC     | <i>Industry Foundation Classes</i>                                    |
| InCI    | Instituto da Construção e do Imobiliário                              |
| InIR    | Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias                             |
| IPD     | <i>Integrated Project Delivery</i>                                    |
| ISO     | <i>International Organization for Standardization</i>                 |
| LNEC    | Laboratório Nacional de Engenharia Civil                              |
| MEP     | <i>Mechanical, Electrical and Plumbing</i>                            |
| NBIMS   | <i>National BIM Standard</i>  |
| NIBS    | <i>National Institute of Building Sciences</i>                        |
| NIST    | <i>National Institute of Standards and Technology</i>                 |
| NPQS    | <i>National Productivity and Quality Specifications</i>               |
| OE      | Ordem dos Engenheiros   |
| PIB     | Produto Interno Bruto   |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| PSD                     | <i>Project Specific Data</i>                                   |
| REBAP                   | Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado      |
| <i>Rgd BIM Standard</i> | <i>Rijksgebouwendienst Building Information Model Standard</i> |
| RGEU                    | Regulamento Geral das Edificações Urbanas                      |
| RIBA                    | <i>Royal Institute of British Architects</i>                   |
| ROI                     | <i>Return on Investment</i>                                    |
| Technion IIT            | <i>Israel Institute of Technology</i>                          |
| TIC                     | Tecnologias de Informação e Comunicação                        |
| TPS                     | <i>Toyota Production System</i>                                |
| UNL                     | Universidade Nova de Lisboa                                    |
| VAB                     | Valor Acrescentado Bruto                                       |

# ÍNDICE

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                   | <b>1</b> |
| 1.1. HIPÓTESES DE ESTUDO .....                               | 2        |
| 1.2. OBJECTIVO .....   | 3        |
| 1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....                           | 3        |
| 1.4. METODOLOGIA .....                                       | 3        |
| 1.4.1. <i>Análise</i> .....                                  | 3        |
| 1.4.2. <i>Revisão da literatura</i> .....                    | 3        |
| 1.4.3. <i>Análise comparativa e discussão</i> .....          | 4        |
| 1.4.4. <i>Proposta de metodologia de implementação</i> ..... | 4        |
| 1.4.5. <i>Validação</i> .....                                | 5        |
| <b>2. ESTADO DO CONHECIMENTO.....</b>                        | <b>7</b> |
| 2.1. CONCEITOS .....   | 7        |
| 2.1.1. <i>CAD</i> .....                                      | 7        |
| 2.1.2. <i>IFC</i> .....                                      | 7        |
| 2.1.3. <i>BuildingSMART</i> .....                            | 7        |
| 2.1.4. <i>Lean Construction</i> .....                        | 8        |
| 2.1.5. <i>IPD</i> .....                                      | 8        |
| 2.1.6. <i>ROI</i> .....                                      | 8        |
| 2.2. <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> .....              | 9        |
| 2.2.1. <i>As origens</i> .....                               | 9        |
| 2.2.2. <i>A metodologia</i> .....                            | 11       |
| 2.2.3. <i>O modelo</i> .....                                 | 12       |
| 2.2.4. <i>A tecnologia</i> .....                             | 13       |
| 2.2.5. <i>As características</i> .....                       | 14       |
| 2.2.6. <i>A interoperabilidade</i> .....                     | 16       |
| 2.2.7. <i>O ciclo de vida</i> .....                          | 18       |
| 2.3. INDÚSTRIA .....   | 19       |
| 2.3.1. <i>Panorama internacional</i> .....                   | 20       |
| 2.3.2. <i>Panorama nacional</i> .....                        | 21       |
| 2.4. ESTADOS / GOVERNOS .....                                | 24       |
| 2.5. IMPLEMENTAÇÃO DO BIM .....                              | 28       |
| 2.6. RETORNO.....  | 33       |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 2.7.      | O BIM NO MUNDO.....                                   | 43        |
| 2.7.1.    | <i>Estados Unidos da América</i> .....                | 44        |
| 2.7.2.    | <i>Singapura</i> .....                                | 46        |
| 2.7.3.    | <i>Noruega</i> .....                                  | 48        |
| 2.7.4.    | <i>Dinamarca</i> .....                                | 50        |
| 2.7.5.    | <i>Finlândia</i> .....                                | 52        |
| 2.7.6.    | <i>Holanda</i> .....                                  | 55        |
| 2.7.7.    | <i>Reino Unido</i> .....                              | 58        |
| <b>3.</b> | <b>IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CONDICIONANTES.....</b> | <b>61</b> |
| 3.1.      | DEFINIÇÃO DAS CONDICIONANTES.....                     | 61        |
| 3.1.1.    | <i>Política</i> .....                                 | 61        |
| 3.1.2.    | <i>Social</i> .....                                   | 61        |
| 3.1.3.    | <i>Cultural</i> .....                                 | 61        |
| 3.1.4.    | <i>Financeira</i> .....                               | 61        |
| 3.1.5.    | <i>Económica</i> .....                                | 61        |
| 3.1.6.    | <i>Operacional</i> .....                              | 62        |
| 3.1.7.    | <i>Comercial</i> .....                                | 62        |
| 3.1.8.    | <i>Educacional</i> .....                              | 62        |
| 3.1.9.    | <i>Técnica</i> .....                                  | 62        |
| 3.2.      | RELEVÂNCIA DAS CONDICIONANTES .....                   | 62        |
| 3.2.1.    | <i>Política</i> .....                                 | 62        |
| 3.2.2.    | <i>Social</i> .....                                   | 63        |
| 3.2.3.    | <i>Cultural</i> .....                                 | 63        |
| 3.2.4.    | <i>Financeira</i> .....                               | 64        |
| 3.2.5.    | <i>Económica</i> .....                                | 64        |
| 3.2.6.    | <i>Operacional</i> .....                              | 65        |
| 3.2.7.    | <i>Comercial</i> .....                                | 65        |
| 3.2.8.    | <i>Educacional</i> .....                              | 66        |
| 3.2.9.    | <i>Técnica</i> .....                                  | 66        |
| 3.3.      | INTERACÇÕES ENTRE CONDICIONANTES .....                | 67        |
| 3.3.1.    | <i>Influência da condicionante Política</i> .....     | 67        |
| 3.3.2.    | <i>Influência da condicionante Social</i> .....       | 68        |
| 3.3.3.    | <i>Influência da condicionante Cultural</i> .....     | 69        |
| 3.3.4.    | <i>Influência da condicionante Financeira</i> .....   | 70        |
| 3.3.5.    | <i>Influência da condicionante Económica</i> .....    | 71        |
| 3.3.6.    | <i>Influência da condicionante Operacional</i> .....  | 72        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.3.7.    | <i>Influência da condicionante Comercial.....</i>         | 72        |
| 3.3.8.    | <i>Influência da condicionante Educacional.....</i>       | 73        |
| 3.3.9.    | <i>Influência da condicionante Técnica.....</i>           | 73        |
| <b>4.</b> | <b>PROPOSTA DE METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO .....</b>     | <b>75</b> |
| 4.1.      | PREPARAÇÃO .....  | 75        |
| 4.1.1.    | <i>Estabelecimento de políticas.....</i>                  | 75        |
| 4.1.2.    | <i>Foco da implementação.....</i>                         | 75        |
| 4.1.3.    | <i>Adaptação nacional.....</i>                            | 76        |
| 4.1.4.    | <i>Projectos-piloto.....</i>                              | 76        |
| 4.1.5.    | <i>Recolha de conhecimentos.....</i>                      | 76        |
| 4.1.6.    | <i>Preparação da legislação base.....</i>                 | 76        |
| 4.2.      | IMPLEMENTAÇÃO.....  | 77        |
| 4.2.1.    | <i>Comunicação .....</i>                                  | 77        |
| 4.2.2.    | <i>Preparação do Estado.....</i>                          | 77        |
| 4.2.3.    | <i>Formação institucional.....</i>                        | 77        |
| 4.2.4.    | <i>Preparação das empresas.....</i>                       | 78        |
| 4.2.5.    | <i>Promoção da interoperabilidade entre software.....</i> | 78        |
| 4.2.6.    | <i>Criação do standard.....</i>                           | 78        |
| 4.2.7.    | <i>Mudanças na legislação base .....</i>                  | 79        |
| 4.3.      | APLICAÇÃO.....  | 80        |
| 4.3.1.    | <i>Monitorização .....</i>                                | 80        |
| 4.3.2.    | <i>Análises de desempenho .....</i>                       | 81        |
| 4.3.3.    | <i>Fiscalização .....</i>                                 | 81        |
| 4.4.      | CONTINUIDADE.....   | 81        |
| 4.4.1.    | <i>Melhoria contínua .....</i>                            | 81        |
| 4.4.2.    | <i>Trocas de informação.....</i>                          | 81        |
| 4.4.3.    | <i>Operação e manutenção .....</i>                        | 82        |
| <b>5.</b> | <b>VALIDAÇÃO .....</b>                                    | <b>83</b> |
| 5.1.      | DEFINIÇÃO DE CONDICIONANTES .....                         | 84        |
| 5.2.      | RELEVÂNCIA DAS CONDICIONANTES .....                       | 86        |
| 5.3.      | INTERACÇÕES ENTRE CONDICIONANTES .....                    | 88        |
| 5.4.      | PROPOSTA DE METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO .....            | 90        |
| 5.5.      | <i>STANDARD.....</i>                                      | 92        |
| 5.6.      | IMPLEMENTAÇÃO, CONDICIONANTES E PRESSUPOSTOS.....         | 94        |
| 5.7.      | COMENTÁRIOS.....  | 97        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>6. CONCLUSÕES.....</b>                   | <b>99</b>  |
| 6.1. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....              | 101        |
| 6.1.1. <i>Relação custo-benefício</i> ..... | 101        |
| 6.1.2. <i>Idioma</i> .....                  | 101        |
| 6.2. FUTUROS CAMPOS DE PESQUISA .....       | 101        |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                    | <b>103</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                          | <b>111</b> |

# ÍNDICE DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| QUADRO 2.1 - IMPLEMENTAÇÃO BIM EM EMPRESAS .....   | 29 |
| QUADRO 2.2 - PRINCIPAIS CAUSAS DE ERROS E OMISSÕES NO PROJECTO .....                             | 35 |
| QUADRO 2.3 - PROBABILIDADE IDENTIFICAÇÃO DE ERROS SEM APOIO DO BIM.....                          | 36 |
| QUADRO 2.4 - PROBABILIDADE DE POTENCIAIS ATRASOS DEVIDO A ERROS E OMISSÕES.....                  | 37 |
| QUADRO 2.5 - IMPACTO NA QUALIDADE DA OBRA DEVIDO A ERROS E OMISSÕES.....                         | 38 |
| QUADRO 2.6 - RELAÇÃO ENTRE A PROBABILIDADE DE DETECÇÃO DE ERROS E AS SUAS CAUSAS                 | 39 |
| QUADRO 2.7 - PROBABILIDADE DE IMPACTO NO CUSTO DA OBRA DOS PRINCIPAIS ERROS DE<br>PROJECTO ..... | 40 |
| QUADRO 2.8 - ROI EVITADO POR TRABALHOS REPETIDOS E POR ATRASOS DE UMA SEMANA E UM<br>MÊS .....   | 43 |
| QUADRO 2.9 - DIFERENTES ENTIDADES E OS SEUS PROJECTOS BIM NOS E.U.A. ....                        | 46 |
| QUADRO 3.1 - RESUMO DAS INTERACÇÕES ENTRE AS CONDICIONANTES .....                                | 74 |
| QUADRO 5.1 - ENTREVISTAS SOLICITADAS .....   | 83 |
| QUADRO 5.2 - RESPOSTAS SOBRE A DEFINIÇÃO DE CONDICIONANTES .....                                 | 84 |
| QUADRO 5.3 - RESPOSTAS SOBRE A RELEVÂNCIA DAS CONDICIONANTES .....                               | 86 |
| QUADRO 5.4 - RESPOSTAS SOBRE AS INTERACÇÕES ENTRE CONDICIONANTES .....                           | 88 |
| QUADRO 5.5 - RESPOSTAS SOBRE A PROPOSTA DE METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO .....                    | 90 |
| QUADRO 5.6 - RESPOSTAS SOBRE O <i>STANDARD</i> .....   | 92 |
| QUADRO 5.7 - RESPOSTAS SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO, CONDICIONANTES E PRESSUPOSTOS .....                | 94 |





# ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1.1 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DO SECTOR DA CONSTRUÇÃO.....                      | 1  |
| FIGURA 1.2 - METODOLOGIA .....  | 4  |
| FIGURA 2.1 - PROCESSO DE TROCA DE INFORMAÇÃO.....                                   | 11 |
| FIGURA 2.2 - PROCESSO INTEGRADO DA TECNOLOGIA BIM .....                             | 14 |
| FIGURA 2.3 - CICLO DE VIDA DO BIM .....   | 18 |
| FIGURA 2.4 - VARIAÇÃO DO VAB POR RAMO DE ACTIVIDADE ENTRE 2000 E 2011 .....         | 22 |
| FIGURA 2.5 - ETAPAS DE MATURIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO BIM.....                         | 32 |
| FIGURA 2.6 - PRINCIPAIS CAUSAS DE ERROS E OMISSÕES NO PROJECTO .....                | 36 |
| FIGURA 2.7 - EXEMPLO DE DESENHO ILÓGICO: INTERFERÊNCIA ENTRE UM PILAR E UMA PORTA . | 36 |
| FIGURA 2.8 - PROBABILIDADE IDENTIFICAÇÃO DE ERROS SEM APOIO DO BIM.....             | 37 |
| FIGURA 2.9 - PROBABILIDADE DE POTENCIAIS ATRASOS DEVIDO A ERROS E OMISSÕES.....     | 37 |
| FIGURA 2.10 - IMPACTO NA QUALIDADE DA OBRA DEVIDO A ERROS E OMISSÕES.....           | 38 |
| FIGURA 2.11 - RELAÇÃO ENTRE A PROBABILIDADE DE DETECÇÃO DE ERROS E AS SUAS CAUSAS   | 39 |
| FIGURA 2.12 - IMPACTO NO CUSTO DA OBRA DOS PRINCIPAIS ERROS DE PROJECTO.....        | 40 |



## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| ANEXO 1 – APONTAMENTOS DA PRIMEIRA ENTREVISTA: ARQ. <sup>a</sup> CARLA SIMÕES .....         | 111 |
| ANEXO 2 - APONTAMENTOS DA SEGUNDA ENTREVISTA: DR. PEDRO MINISTRO.....                       | 114 |
| ANEXO 3 - APONTAMENTOS DA TERCEIRA ENTREVISTA: ENG.º PAULO REIS.....                        | 118 |
| ANEXO 4 - APONTAMENTOS DA QUARTA ENTREVISTA: ENG. <sup>a</sup> TERESA NOGUEIRA SIMÕES ..... | 123 |
| ANEXO 5 - APONTAMENTOS DA QUINTA ENTREVISTA: PROF. DOUTOR ANTÓNIO MENDONÇA..                | 126 |
| ANEXO 6 - APONTAMENTOS DA SEXTA ENTREVISTA: ENG.º MINEIRO AIRES .....                       | 129 |
| ANEXO 7 - APONTAMENTOS DA SÉTIMA ENTREVISTA: DR. FERNANDO SILVA .....                       | 132 |
| ANEXO 8 - GUIÃO DA ENTREVISTA .....   | 136 |



## 1. INTRODUÇÃO

Em Portugal, país onde a actual situação económico-financeira tem criado preocupação às entidades reguladoras mundiais, a construção é uma indústria com bastante influência sobre a economia do país, tendo mesmo sido indicada como uma possível indústria-chave para a revitalizar (Reis Campos, s/d).

Tida como um dos motores da economia nacional (Couto e Teixeira, 2006), desde 2001 que a indústria da construção tem estado a perder força e representa uma percentagem cada vez menor do Produto Interno Bruto (PIB). Em 2010, o sector da construção representava 12,4% do PIB, detinha 6,7% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) e empregava 482.000 pessoas em Portugal (Banco de Portugal, 2011).

No entanto, este panorama não é apenas nacional. A realidade europeia indica que a produção do sector da construção tem vindo a cair de forma continuada desde 2007 (Comissão Europeia, 2011), como pode ser visto na Figura 1.1. Em 2009, apesar de se ter registado uma queda de 6,4% em relação ao ano anterior, o sector da construção empregava 7,2% da população activa dos 27 países membros da União Europeia (EU-27) (Comissão Europeia, 2011). Em Portugal esse indicador rondava os 9% em 2011 (Banco de Portugal, 2011).

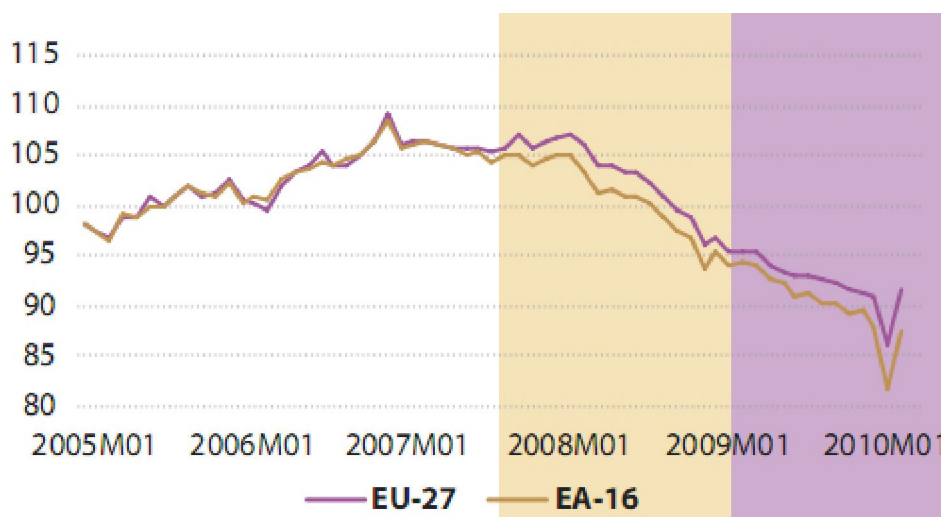


Figura 1.1 - Evolução da produção do sector da construção (Comissão Europeia, 2011)

A falta de competitividade é tida como uma das principais razões para a diminuição do peso do sector da construção no PIB. Esta falta de competitividade é um fenómeno sobejamente conhecido e estudado a nível mundial, não sendo Portugal excepção.

Segundo Fernando Santo, bastonário da Ordem dos Engenheiros (OE) entre 2004 e 2010, as principais consequências da falta de competitividade do sector em Portugal são os desvios de

custos e de prazos nas empreitadas de obras públicas. Para evitar esses desvios, torna-se imprescindível: definir no programa preliminar, de forma concreta e rigorosa, o que é pretendido pelo dono de obra; conseguir transpor o programa preliminar para o projecto; que a empresa de construção tenha capacidade para transformar um projecto numa obra; que o dono de obra consiga implementar um sistema integrado de gestão de todo o processo (Santo, 2006).

A já referida falta de competitividade – quer nas suas diferentes causas mas também enquanto um todo – põe em causa a imagem do sector, assim como a dos profissionais que lhe estão associados (Santo, 2006) e incapacita as empresas nacionais de enfrentar a concorrência internacional (Couto e Teixeira, 2006).

A isto acresce a cada vez mais frequente emigração por parte dos jovens portugueses com estudos superiores, com o objectivo de conseguirem emprego e melhores condições de trabalho e de carreira. Os engenheiros não são excepção à regra. A utilização de ferramentas *Building Information Modeling* (BIM) requer que o utilizador tenha conhecimentos de engenharia. Assim, é espectável que a utilização destas ferramentas aumente a oferta de emprego para engenheiros (Sacks e Barak, 2008).

Torna-se motivante constatar que, em primeira instância, a obrigatoriedade de utilização de ferramentas BIM em concursos públicos em Portugal traria estímulo às necessidades do sector da construção. A conjuntura económica actual torna o tema ainda mais crucial e motiva o estudo das condicionantes que levam ao sucesso da referida implementação e da metodologia de implementação específica que leve também a esse sucesso.

### **1.1. Hipóteses de estudo**

A presente dissertação toma como ponto de partida as seguintes hipóteses de estudo:

- Existem condicionantes mais influentes que outras no sucesso da implementação de plataformas BIM;
- A influência de cada uma delas tem o seu próprio peso no sucesso. Esse peso é identificável;
- Com os devidos ajustes, poderão ser prevenidos problemas que afectem ou impossibilitem o sucesso da implementação de plataformas BIM em concursos públicos em países;
- Existe um padrão de sucesso/insucesso nas implementações BIM (como plataforma para concursos públicos em qualquer país do mundo) documentadas na literatura. Os métodos aplicados nessas implementações têm uma relação causa-efeito com os resultados observados;
- Através da análise do padrão de sucesso/insucesso referido, é possível definir um conjunto de boas práticas e procedimentos de implementação através da soma de diferentes métodos bem sucedidos;

## **1.2. Objectivo**

O objectivo deste trabalho de investigação passa por responder às seguintes questões:

Qual o melhor método para a implementação do BIM, como plataforma obrigatória em concursos públicos num país? Quais as condicionantes que maximizam a qualidade da referida implementação, garantem o seu sucesso e mitigam eventuais problemas que lhe são associados?

## **1.3. Estrutura da dissertação**

O presente texto encontra-se dividido em oito capítulos.

O primeiro corresponde à introdução, onde são definidas as hipóteses de estudo, os objectivos do trabalho e a metodologia científica utilizada no decorrer da investigação para a dissertação. No segundo, o autor recorre à análise bibliográfica para dar a conhecer o estado da arte dos conceitos tratados na dissertação. É ainda efectuada uma revisão bibliográfica mais profunda para a recolha de informação de vários países sobre implementações BIM nas suas obras públicas. No terceiro capítulo o autor faz a identificação e análise das condicionantes. O quarto capítulo apresenta a proposta de metodologia de implementação criada pelo autor. O quinto contempla a validação dos resultados. No sexto e último capítulo podem ler-se as conclusões do presente estudo, assim como as suas limitações e os futuros campos de pesquisa.

## **1.4. Metodologia**

O presente estudo tem como objectivo a criação de uma proposta de metodologia de implementação da plataforma BIM em concursos públicos em vários países. Por sua vez, essa metodologia visa a maximização da eficácia, a prevenção de problemas e, consequentemente, a exponenciação do sucesso da implementação.

### **1.4.1. Análise**

Na análise pretende chegar-se a um estado do conhecimento, ou estado da arte, que englobe os conceitos base que sustentem a revisão da literatura. Para tal, é necessária uma pesquisa bibliográfica extensa, completa e objectiva, com a finalidade de conhecer e dominar a temática proposta neste documento escrito.

### **1.4.2. Revisão da literatura**

Através de uma revisão da literatura, pretende aprofundar-se os conhecimentos relativos à implementação do BIM nos processos de obras públicas em vários países diferentes. Esta revisão tem como principal desafio manter a objectividade e a capacidade de resumir processos que levam anos a desenvolver e a implementar.

O universo de estudo consiste no conjunto de países, nos quais o respectivo Governo aplica, ou aplicou, reformas para implementação BIM nas suas obras públicas e cujos documentos

sobre essa implementação estejam escritos em inglês e tenham sido publicados nos últimos 10 anos.

Serão seleccionados países, à escala global, com produção legislativa ou regulamentar que culmine numa implementação da plataforma BIM nos seus projectos públicos. A implementação em projectos privados não é decisiva para o universo de estudo, sendo no entanto estudada essa vertente, caso exista. Uma vez escrutinados os países com a actividade governamental descrita, são estudados apenas aqueles que disponibilizam os seus relatórios, guias ou leis na língua inglesa.

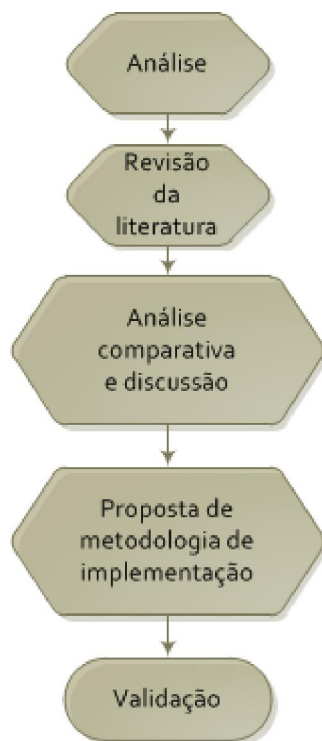


Figura 1.2 - Metodologia

#### 1.4.3. Análise comparativa e discussão

Através de quadros e gráficos faz-se uma análise comparativa das medidas tomadas pelas nações estudadas e são definidas quais as suas consequências e quais os pontos-chave para o sucesso da implementação.

É ainda sistematizado um conjunto de condicionantes a ter em conta no processo de implementação da plataforma BIM nos concursos públicos de um país e determinada a sua importância relativa, assim como as suas interações, implicações, oportunidades e desafios.

#### 1.4.4. Proposta de metodologia de implementação

Sendo o produto final da presente dissertação, pretende-se que a metodologia proposta constitua uma contribuição para a implementação com êxito de plataformas BIM em concursos públicos. Esta metodologia de implementação é fruto da análise comparativa e da discussão anteriormente referidas (secção 1.4.3) e é passível de ser aplicada em qualquer país.



**1.4.5. Validação**

A dissertação será validada através de entrevistas em profundidade, com efeito bola de neve. Com o objectivo de contextualizar e aferir o seu ajustamento à actualidade nacional, as entrevistas serão realizadas a um quadro de especialistas portugueses com cargos de representação em entidades de referência na indústria, com cargos de representação profissional ou com cargos de decisão política.



## 2. ESTADO DO CONHECIMENTO

Neste capítulo pretende conhecer-se o estado da arte, partindo-se dos conhecimentos elementares necessários para compreender o estudo e aprofundando-se depois os conceitos mais elaborados relacionados com a implementação do BIM.

### 2.1. Conceitos

Para facilitar a compreensão de certos conceitos referidos ao longo da presente dissertação, passam os mesmos a ser descritos de forma breve.

#### 2.1.1. CAD

A premissa original do sistema de desenho assistido por computador (*Computer-Aided Design* – CAD) é a automatização da tarefa de desenhar à mão. Nesse sentido, o foco original das aplicações CAD é a representação da geometria em 2D, através da utilização de elementos gráficos como linhas, arcos, símbolos, etc.. De facto, uma parede é representada por apenas duas linhas paralelas. Para dar algum significado para além daquele conseguido pelas linhas (e outros elementos), o conceito de *layer* foi introduzido como maneira de agrupar elementos de categorias idênticas. Assim, todas as linhas que representam paredes são agrupadas na *layer* "paredes". Através de plataformas CAD geram-se e imprimem-se desenhos, mas não mais do que isso. Informação mais complexa, como as relações entre elementos, não pode ser representada.

#### 2.1.2. IFC

Sensivelmente a meio da década de 90, a standardização da modelação de produtos para edifícios foi conduzida por um consórcio da indústria chamado *International Alliance for Interoperability* (IAI). Daí resultou, em 1997, a primeira versão da norma IFC – *Industry Foundation Classes* (Howard e Björk, 2008).

Dado o ambiente multiplataforma e multimarca existente, em que diferentes aplicações não comunicam directamente entre si, tornou-se importante definir normas comuns de transferência dos dados do projecto. O objectivo do desenvolvimento do IFC foi fornecer uma especificação para a partilha de modelos completos e precisos pelos vários participantes no projecto, independentemente das aplicações por eles utilizadas, sem qualquer perda de informação no processo (Howard e Björk, 2008).

Actualmente o formato IFC está registado na *International Organization for Standardization* (ISO) como ISO/PAS 16739 (buildingSMART, 2012).

#### 2.1.3. BuildingSMART

A *BuildingSMART* é uma organização internacional sem fins lucrativos cujo objectivo é divulgar e desenvolver a utilização de *openBIM* durante o ciclo de vida de um empreendimento.

Divide-se em delegações regionais: Europa, América do Norte, Austrália, Ásia e Médio Oriente (buildingSMART Internacional, 2012). O *openBIM* é uma aproximação liberal ao BIM que se baseia em formatos abertos. Esta é uma iniciativa conjunta entre a *BuildingSMART* e várias marcas de *software*, que promove a utilização do *open BuildingSMART Data Model* (buildingSMART, 2012).

#### **2.1.4. Lean Construction**

A *Lean Construction* é uma abordagem conceptual ao projecto e à gestão da construção. Baseia-se na aplicação e adaptação à construção dos princípios e conceitos fundamentais do *Toyota Production System* (TPS), focando-se na redução de desperdícios, na maximização do valor para o cliente e na melhoria contínua (Sacks *et al.*, 2010).

#### **2.1.5. IPD**

O *Integrated Project Delivery* (IPD) é um método de abordagem ao projecto que integra pessoas, sistemas, estruturas de negócios e práticas profissionais num processo que aproveita, de forma colaborativa, os talentos, os potenciais e as ideias de todos os participantes com o objectivo de otimizar os resultados. Aumenta o valor do empreendimento ao dono de obra, reduzindo os desperdícios e maximizando a eficiência em todo o ciclo de vida do mesmo (Yang e Wang, 2009).

A *Lean Construction* e o BIM não são dependentes entre si. No entanto, só se consegue atingir todo o potencial de optimização de projectos de construção quando existe uma adopção integrada de ambos (*Lean* e BIM), assim como acontece no IPD (Sacks *et al.*, 2010). Assim, esta pode ser a forma mais eficiente de lidar com os riscos do BIM, visto que estes são partilhados por todos os intervenientes, juntamente com os ganhos, num processo realmente colaborativo (Azhar, 2011).

Comparando com os termos “Tecnologia completamente automatizada e integrada” ou “Modelação nD”, o termo *Integrated Project Delivery* é mais abrangente e consequentemente mais fácil de perceber pela indústria (Succar, 2009).

O objectivo final de uma implementação BIM é chegar ao nível em que a colaboração é tal que se atinge o IPD (Succar, 2009).

#### **2.1.6. ROI**

O retorno sobre o investimento (Equação (2.1)) é conhecido pela sigla da expressão inglesa *Return On Investment* (ROI). Esta análise é uma das várias formas de avaliar o investimento proposto. Compara os lucros esperados de um investimento com o custo associado à sua implementação (Azevedo, 2009). Tradicionalmente é calculado pelo quociente da diferença entre o retorno e o investimento, e o valor do investimento (Lee *et al.*, 2012).

$$ROI = \frac{Lucro}{Investimento} = \frac{Retorno - Investimento}{Investimento} \quad (2.1)$$

O resultado obtido é uma percentagem. No caso de o retorno ter o mesmo valor do investimento, o ROI resultante é de 0%. Se o seu valor for superior a 0%, o ROI considera-se positivo, ou seja, o investimento traz retorno. Se o ROI for inferior a 0%, significa que não há retorno sobre o investimento, ou seja, o investimento não faz valer o seu custo.

## 2.2. *Building Information Modeling*

O BIM é um conceito em constante mudança e desenvolvimento. O próprio termo tem diferentes interpretações (Morgan e Morrison, 1999). Segundo Eastman *et al.* (2011), "o BIM é uma forma fundamentalmente diferente de criar, usar e partilhar dados do edifício, ao longo de todo o seu ciclo de vida".

É importante salientar a natureza da palavra *Building* ou, em português, *Edifício*, quando a esta surge no contexto do BIM. Salvo raras excepções, esta referência tem um significado mais amplo, isto é, refere-se ao empreendimento, seja ele um edifício, uma obra de arte, uma infraestrutura, etc.. Na verdade, não se pretende limitar a aplicabilidade do BIM apenas a edifícios, mas sim atribuir à palavra edifício um significado bastante mais abrangente do que tradicionalmente tem.

### 2.2.1. As origens

Em 1974, Eastman *et al.* apontavam os desenhos (suportados por notas e especificações escritas) como o principal meio, existente até à data, para divulgar informação na indústria da construção. Descreviam as fraquezas inerentes a este meio de comunicação como sendo (Eastman *et al.*, 1974):

- Desenhos 2D redundantes:
  - Para caracterizar um espaço tridimensional com desenhos bidimensionais são necessários, no mínimo, dois desenhos – o que faz com que uma das dimensões se repita desnecessariamente;
  - A mesma parte do edifício pode aparecer representada em vários desenhos e com escalas diferentes;
  - Uma alteração no projecto pode levar portanto à alteração de diversos desenhos.
- Actualização de informação complexa:
  - É necessário um grande esforço para manter todos os desenhos congruentes;

- A qualquer momento há o risco que nem todos os desenhos estejam actualizados ou coerentes, o que pode levar a que haja projectistas a tomar decisões tendo como base informação obsoleta.
- Processo de preparação para análises e/ou estudos longo e caro:
  - Todo o processo de recolha de dados para qualquer tipo de análise do projecto é executado manualmente recorrendo aos desenhos (suportados nas notas e nas especificações escritas). Este processo de preparação representava, até à altura, a maior parte do custo associado a qualquer tipo de análise.
- Enquanto o empreendimento envelhece, a sua informação deteriora-se:
  - Aquando de uma reabilitação, é suposto haver peças escritas do projecto original e do projecto actual, para comparação entre ambos. No entanto, raramente um edifício dispõe do conjunto completo de desenhos, sendo que as novas reabilitações raramente são descritas em desenho.

Para resolver esta situação é proposta a criação do *Building Description System* (BDS), um sistema informático para armazenar, alterar e analisar informações detalhadas do projecto, da construção e da operação (Eastman *et al.*, 1974).

Segundo Zhao (2009), o conceito *Building Information Modeling* é da autoria do Professor Charles Eastman do *Georgia Institute of Technology*. Esta teoria baseia-se no princípio que *Building Information Model* é fundamentalmente o mesmo que *Building Product Model*, termo que Eastman utilizou desde o fim da década de setenta nos seus *papers* até ao seu livro de 1999 “*Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction*”. Este princípio é válido visto que, em engenharia, a expressão “*product model*” é sinónima de “*data model*” ou “*information model*” (Zhao *et al.*, 2009).

Apesar de não ter sido o seu autor, sabe-se que o termo BIM foi popularizado por Jerry Laiserin com o significado de representação digital do edifício, que facilita a troca de informação em formato digital e maximiza a interoperabilidade. Segundo o mesmo, o BIM foi comercialmente introduzido pela primeira vez através do conceito “*Virtual Building*” no programa *ArchiCAD*<sup>TM</sup> da *Graphisoft*<sup>®</sup>, no ano de 1987 (Zhao *et al.*, 2009). Entre o fim dos anos oitenta e o início dos anos noventa começou a falar-se do BIM como tendo potencial para alterar processos no sector da Arquitectura, Engenharia e Construção (AEC) (Eastman, 1992).

Praticamente 40 anos depois, os problemas descritos por Eastman *et al.* (1974) ainda subsistem no sector da construção, ainda que possivelmente estejam atenuados. O processo da construção é fragmentado e a comunicação efectua-se sobretudo em papel. Erros nos documentos redigidos geram muitas vezes atrasos e gastos imprevistos (Eastman *et al.*, 2011).

Desde 1974, o processo de desenho de projectos evoluiu para o CAD. Mesmo com o recurso ao CAD 2D, a transferência de informação entre as partes intervenientes num projecto con-

tinuou, na generalidade, a recorrer ao papel, visto que continuou a ser prática comum a impressão dos desenhos. Assim, a solução proposta por Eastman *et al.* em 1974 ainda parece ser actual, independentemente da denominação que lhe é atribuída.

### 2.2.2. A metodologia

Com o objectivo de solucionar alguns dos problemas da indústria, o BIM leva à utilização de métodos coerentes de centralização informática da informação de projecto. Essa informação será utilizada na tomada de decisões durante todo o ciclo de vida do empreendimento, na produção de documentos de alta qualidade, no prognóstico de desempenho, na comparação do custo previsto com o realizado, no planeamento, na gestão e no funcionamento do empreendimento. A sua premissa básica é a colaboração entre os diversos intervenientes, nas diferentes fases do ciclo de vida de um edifício (Kiviniemi *et al.*, 2008), e destina-se a introduzir, extrair, actualizar ou alterar dados em cada uma das etapas, conforme necessário ao longo de todo o processo, apoiando a cooperação entre as partes relacionadas (Ham *et al.*, 2008).

O BIM é uma metodologia que tem como objectivo criar várias bases de dados relevantes para um determinado projecto, centralizá-las e mantê-las durante todo o seu ciclo de vida, promovendo, ao mesmo tempo, o acesso a todos os seus intervenientes. De forma fácil, expedita e rápida (Eastman *et al.*, 2011).

As referidas bases de dados comportam todos os projectos associados ao empreendimento, assim como toda e qualquer outra informação - planeamento, orçamentação, características geométricas, físicas e funcionais, entre outras (Eastman *et al.*, 2011).

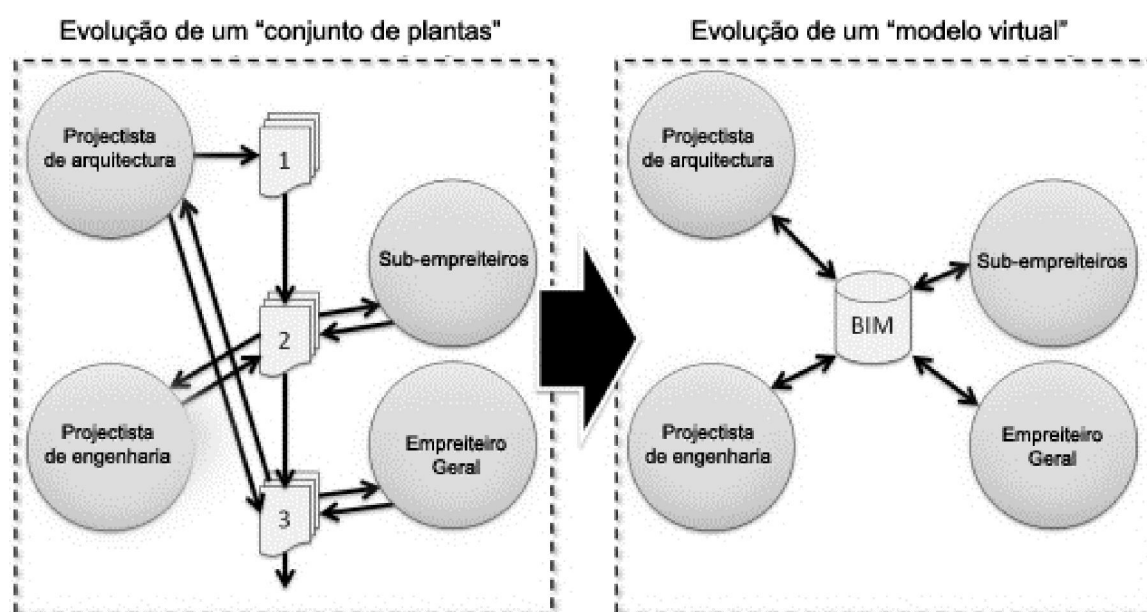


Figura 2.1 - Processo de troca de informação (Clemente, 2012 adaptado de Taylor, 2007)

De facto, o fluxo de informação em papel depende da evolução, da impressão e do transporte de vários conjuntos de desenhos e outros documentos escritos (Figura 2.1). Desta forma, enquanto esta evolução é separada no tempo (Taylor, 2007), o BIM permite a utilização, a alteração e a troca de informação a partir de uma tecnologia de modelação integrada, onde todos os documentos relacionados com o projecto se centralizam num modelo único (Eastman *et al.*, 2011).

Quando o BIM é usado de forma colaborativa poupa-se tempo, visto que a mesma informação não é recolhida duas vezes. Se um modelo BIM for criado e partilhado, não é desperdiçado tempo na criação de documentos redundantes e por vezes inconsistentes (Madsen, 2008).

Por outras palavras, o BIM é um processo colaborativo que representa uma estrutura empresarial de trabalho e de comunicação baseada no uso de padrões abertos de partilha de informação que melhora a qualidade e a eficiência de todo o processo construtivo (Eastman *et al.*, 2011).

### **2.2.3. O modelo**

Segundo Young *et al.* (2009), o BIM “é o processo de criação e de utilização de modelos digitais para a concepção, construção e/ou operação”. Já o *National Institute of Building Sciences* (NIBS) define-o como uma representação digital das características físicas e funcionais de um edifício. Do ponto de vista temporal, o edifício pode ser representado por três categorias de modelo: como ele era, como ele é e como ele há-de ser (Penttilä, 2006). Nesse sentido, o BIM proporciona as bases para a evolução do processo de construção: a colaboração entre os diversos intervenientes, em diferentes fases do ciclo de vida de um edifício (Sacks e Warszawski, 1997). No ponto de vista do *American Institute of Architects* (AIA) o BIM é “um modelo baseado em tecnologia ligada a uma base de dados de informação do projecto, a qual pode ser partilhada, actualizada e alterada”. Esta ligação reflecte a grande dependência do BIM das tecnologias de base de dados (Kiviniemi *et al.*, 2008).

De facto, a definição mais reconhecida do BIM representa-o enquanto modelo e define-o como sendo um produto ou representação digital inteligente de um conjunto de dados estruturados que definem um empreendimento (Eastman *et al.*, 2011). Este modelo inclui todas as interações e heranças entre cada um dos componentes constituintes do edifício, por forma a descrevê-lo de forma precisa e indubitável. Assim, o BIM é um modelo inteligente (Bazjanac, 2007) no sentido em que toda a sua informação é inserida num modelo virtual tridimensional.

Alguma desta informação é física, contendo assim dados sobre a natureza de um objecto, como as suas dimensões, a sua localização em relação aos outros objectos presentes no modelo, a quantidade de vezes que objectos iguais se repetem no modelo e outra informação parametrizada do próprio objecto.

A título de exemplo, considere-se o objecto “parede”: a sua informação paramétrica é aquilo que o distingue de qualquer outro objecto que lhe seja idêntico. Na verdade, as paredes têm



qualidades em comum, mas cada uma pode possuir características diferentes, tais como as suas dimensões, o tipo de materiais que a constitui ou informações acerca do seu fornecedor. Qualquer aspecto acerca deste género de informações pode ser programado, criando assim um objecto do tipo “parede” específico que represente precisamente o que é exigido no projecto (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010).

Com a sua capacidade de visualização e de desenvolvimento de potenciais soluções, os modelos 3D podem resolver os conflitos eventualmente surgidos na fase de coordenação dos projectos de especialidades, permitindo um estudo mais aprofundado de todas as soluções alternativas de concepção. Possibilitam inclusivamente uma melhor avaliação dos espaços e dos acabamentos do próprio edifício. Assim sendo, os donos de obra e os intervenientes no projecto conseguem representar os detalhes para que o projecto atenda aos objectivos desejados. No entanto, o BIM devia ser visto como um processo dinâmico e não apenas como um modelo (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010).

O BIM, como se pode constatar, é uma ferramenta que permite a utilização, a reutilização e a troca de informação a partir de uma tecnologia integrada de modelação 3D-2D, onde todos os documentos electrónicos se inserem num modelo único. Ou seja, o resultado final é um modelo BIM que simula todo o projecto de construção num ambiente virtual (Eastman *et al.*, 2011).

#### **2.2.4. A tecnologia**

Para além de ser definido como uma metodologia e como um modelo, o BIM também é definido por muitos como uma tecnologia.

“Existem duas inovações que estão a produzir mudanças fundamentais na indústria da AEC. A primeira é uma abordagem conceptual ao projecto e à gestão da construção – a *Lean Construction* – e a segunda é uma tecnologia de informação – o BIM” (Sacks *et al.*, 2010). Este descreve as ferramentas, os processos e as tecnologias que são facilitadas pela documentação digital reconhecível por um computador. Esta documentação descreve um edifício, a sua performance, o seu planeamento, a sua construção e posteriormente a sua operação (Eastman *et al.*, 2011).

Recorrendo à Figura 2.2 compreende-se que o BIM é um processo integrado que permite criar os mais diversos projectos (etiquetas azuis, à esquerda) e, a todos os intervenientes, explorar e estudar o modelo digital antes de realizar a obra. Esta tecnologia permite a criação de documentação e uma visualização clara (etiquetas laranja), facilitando assim as medições, a visualização das várias fases da obra, a detecção de conflitos e a coordenação entre projectos de especialidades (etiquetas verdes) resultando numa melhor percepção das características do projecto melhorando (etiquetas azuis, à direita) a orçamentação, o planeamento e a gestão de recursos das empresas (Autodesk, 2009).

Com a tecnologia BIM constrói-se um modelo virtual preciso do edifício. Quando completo, o modelo contém todos os dados necessários para apoiar os projectos de especialidade, o concurso, a fabricação, a construção, assim como todas as actividades necessárias para realizar o empreendimento (Eastman *et al.*, 2008) *apud* (Azhar, 2011).

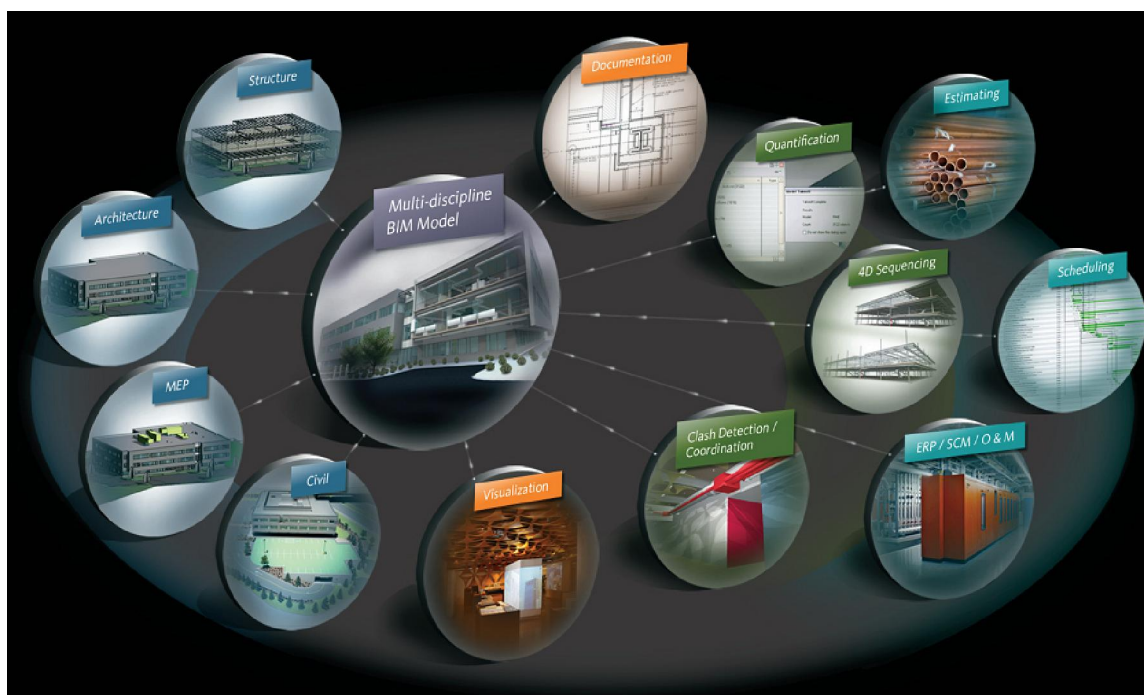


Figura 2.2 - Processo integrado da tecnologia BIM (Autodesk, 2009)

### 2.2.5. As características

Nesta secção são apresentadas algumas das características e potencialidades do BIM. Quando implementado adequadamente, este permite uma gestão mais fácil de todos os dados necessários para a concepção, construção, utilização e exploração de edifícios (Sacks *et al.*, 2010).

Através da simplicidade de visualização das propostas desde o início do projecto, os modelos 3D permitem um estudo mais aprofundado de todas as soluções alternativas de concepção, melhorando a avaliação dos espaços e de todos os detalhes do próprio edifício. Assim sendo, os donos de obra e os intervenientes do projecto poderão mais facilmente visualizar os detalhes e identificar os ajustes que deverão ser feitos até que o projecto atenda aos objectivos desejados (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010).

O *software* de modelação orientada para projectos (*software* BIM), juntamente com a partilha de informação por IFC, diminuem (logo desde o programa preliminar) o tempo perdido em iterações, possibilitam um orçamento fidedigno e eliminam a necessidade de introduzir repetidamente informação de especialidades (Fischer e Kam, 2002). Daqui resultam melhorias significativas de produtividade, maior celeridade na execução dos projectos, melhor automatização e redução de erros (Eastman *et al.*, 2003).

Com as informações quantitativas que o modelo possui, este pode ser ligado a uma base de dados de custos e produzir uma estimativa de custo de forma automatizada, rápida e fácil (Sacks *et al.*, 2010). Desta forma, a estimativa de custos está directamente relacionada com o conteúdo do modelo, o que permite uma total interoperabilidade. Mesmo que se produzam alterações no modelo, a estimativa de custos estará actualizada (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010). Assim, podem reduzir-se custos e riscos ainda durante a fase de projecto, ou seja, antes da obra arrancar, fornecendo maior confiança no controlo do orçamento, reduzindo o tempo e permitindo avaliar as implicações de eventuais alternativas de projecto (Azhar *et al.*, 2008).

Com a implementação do BIM altera-se o processo de produção de documentos. A utilização do modelo permite a automatização da reprodução de documentos: plantas, cortes, alçados, listagens de equipamentos, mapas de vãos e de acabamentos, entre outros (Eastman *et al.*, 2011). Todas as mudanças realizadas no modelo são automaticamente actualizadas em todos os documentos. De facto, em qualquer momento do projecto, desde que o modelo esteja actualizado, também os seus documentos estarão, reduzindo assim o tempo perdido e o risco associados às alterações dos vários desenhos e documentos (Sacks *et al.*, 2010).

A detecção de colisões (do termo *clash detection*) foi considerada pelos donos de obra como sendo a melhor utilização a dar ao BIM (Young *et al.*, 2009) sendo que se tornou mesmo numa prática comum dos dias de hoje a que se chama “Validação de projecto assistida por BIM” (Lee *et al.*, 2012).

A capacidade de detecção de incompatibilidades através da abordagem tradicional, na qual são sobrepostos numa mesa todos os desenhos das várias especialidades envolvidas, é bastante susceptível a erros. Por seu lado, a abordagem BIM é sofisticada, automática e integrada (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010), permitindo detectar colisões e conflitos antes de iniciar a fase de construção (Sacks *et al.*, 2010). Na verdade, detectar colisões é simples através de um modelo BIM e existem ferramentas e *softwares* próprios para o fazer (Eastman *et al.*, 2011). Um edifício pode ser construído virtualmente antes de o ser fisicamente; qualquer tipo de conflito é detectado desde cedo, reduzindo consequentemente o número de pedidos de informação e a alteração dos vários projectos ao longo da construção (Madsen, 2008). Existe assim uma melhor base de apoio à tomada de decisões, eleva-se a qualidade do projecto e da construção e, a longo prazo, o desempenho dos edifícios (Sacks *et al.*, 2010).

Com o modelo completo torna-se possível visualizar a sequência construtiva, utilizando-a como fonte do planeamento para o projecto (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010). Com o BIM, ao modelo pode acrescentar-se mais uma dimensão, o tempo (4D), permitindo assim controlar o planeamento previsto com o que é realizado em obra (Eastman *et al.*, 2011).

Na fase da construção, o gestor da obra pode acompanhar toda a evolução do projecto através do modelo. O encarregado reporta o trabalho realizado, seleccionando os elementos em questão directamente no modelo BIM. Os elementos podem ser seleccionados em 2D ou em 3D

ou por meio de actividades do projecto ou por partes do edifício. A partir daqui, o modelo pode calcular automaticamente a quantidade de materiais consumidos e gerar projecções futuras. Deste modo, o gestor da obra pode comparar o custo previsto com o realizado e o cliente pode ser informado sobre o andamento do próprio projecto (Babic *et al.*, 2010).

Por último, é de realçar que a utilização do BIM facilita a implementação dos princípios *Lean*, uma vez que estes exigem uma coordenação rigorosa, o que é facilmente alcançável e exequível com o recurso ao BIM (Sacks *et al.*, 2010). Por este meio, pode atingir-se um nível de colaboração tal que se atinge um grau de maturidade de implementação IPD. Uma vez nesse patamar, as capacidades completas do BIM, do *Lean* e do IPD são dadas como o paradigma da evolução do sector para níveis de elevada transparência e competitividade há tanto tempo perseguidos (Eastman *et al.*, 2011).

A interoperabilidade e o ciclo de vida dos edifícios são destacados nas próximas secções.

#### **2.2.6. A interoperabilidade**

É de conhecimento comum que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) possibilitam e dinamizam a inovação. No entanto, para se conseguir tirar o máximo proveito delas as empresas devem aumentar o seu nível de interoperabilidade. Durante a última década, o sector da construção reconheceu que tem que adoptar metodologias normalizadas para conseguir atingir os níveis desejados de interoperabilidade. Neste sentido, a abordagem BIM tem sido vista como uma plataforma que pode oferecer ganhos substanciais de produtividade no sector da AEC (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010).

Do ponto de vista da tecnologia informática, interoperabilidade é a capacidade de dois sistemas heterogéneos funcionarem um com o outro sem conflitos, proporcionando acesso aos seus dados de forma recíproca. O termo provém da capacidade de um sistema operar o outro, e vice-versa. No contexto operacional de empresas, interoperabilidade refere-se à capacidade de interacção (incluindo troca de informação e serviços) entre dois sistemas empresariais. A interoperabilidade é considerada significativa caso haja interacções em pelo menos três níveis: dados, serviços e processos. Elimina-se assim a interacção humana, o que previne erros na troca de dados entre os sistemas (Chen *et al.*, 2008).

Na visão de Grilo e Jardim-Gonçalves (2010), o BIM precisa de ter um elo de ligação que seja comum a todos os modelos, independentemente do *software* utilizado na criação destes. Estes autores admitem porém que está a ser feito um bom esforço no sentido de criar *standards* que definam a interoperabilidade entre modelos, para que toda a informação dos objectos seja correctamente transferida entre eles.

Actualmente, as empresas de *software* têm desenvolvido pacotes de programas que são bastante interoperáveis entre si. No entanto, a maioria dos pacotes BIM são apenas interoperáveis entre eles próprios e não com aplicações de outras marcas (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010).

Pode portanto dizer-se que o objectivo de interoperabilidade total está longe de estar atingido dentro do sector da AEC. A sua perspectiva actual sobre a interoperabilidade é redutora e incapaz de satisfazer a premissa de um ambiente empresarial interoperável. Para atingir a interoperabilidade, o sector tem que deixar de vê-la como um conjunto de questões técnicas de alta complexidade, passando a encará-la do ponto de vista organizacional e operacional, estabelecendo relações basilares entre processos empresariais, trabalhadores, culturas e relações externas (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010).

Assim, as empresas devem preocupar-se não só com vínculos técnicos mas também com a compatibilidade entre os valores dos seus colaboradores e com o fomento de uma cultura de confiança, de expectativas mútuas e de colaboração. Para tal deve haver entre as empresas acordos formais e informais que promovam a colaboração (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010). Deste modo redefine-se a interoperabilidade com sendo a actividade suportada em TIC que melhore a forma como as empresas operam entre si, por forma a criar parcerias (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010).

Uma das preocupações mais relevantes das empresas que estão a implementar o BIM é saber como é que a interoperabilidade consegue contribuir para o aumento da sua competitividade. Para tal, Grilo e Jardim-Gonçalves (2010) descrevem a interoperabilidade trazida pelo BIM em cinco interações diferentes e indicam qual o seu valor:

- Comunicação: o propósito principal da interoperabilidade é a troca de informação. O valor que a comunicação oferece às empresas da AEC é essencialmente o aumento de eficiência;
- Coordenação: o objectivo da coordenação é juntar forças e actividades para benefício mútuo das empresas, evitando disparidades, repetições desnecessárias e conseguindo obter resultados eficientes. O valor desta interacção é a eficiência e, talvez, a diferenciação;
- Cooperação: esta interacção é utilizada para obter benefícios comuns através da partilha ou repartição de trabalho. Tem como valor a eficiência e a diferenciação;
- Colaboração: através da colaboração as empresas conseguem obter resultados que não conseguiriam obter sozinhas. Numa verdadeira colaboração estão implícitos objectivos comuns, responsabilidades comuns e trabalho em conjunto para a criação de soluções inovadoras. Assim se consegue inovação, eficiência e diferenciação;
- Canais de distribuição: os canais de distribuição dos nossos dias já não são os físicos, como eram tradicionalmente, mas sim a internet. Através deste tipo de interoperabilidade, valoriza-se essencialmente a inovação, mas também a eficiência e a diferenciação.

Em jeito de conclusão, Grilo e Jardim-Gonçalves (2010) referem que existe a necessidade do BIM ser sustentável. Para tal terá que haver interoperabilidade entre os vários *softwares* existentes no mercado. Concluem dizendo que a utilização do BIM enquanto repositório central das informações de projecto de um empreendimento é promissora e pode revolucionar a gestão da informação em todo o ciclo de vida daquele empreendimento.

### 2.2.7. O ciclo de vida

O BIM é um processo integrado que permite explorar e estudar alternativas desde a fase conceptual de um empreendimento, mantendo o modelo final actualizado até à sua demolição (Autodesk, 2007).

Durante o tempo de vida de um empreendimento, 65% a 80% dos custos são gastos com a exploração e a manutenção durante o seu ciclo de vida (Young *et al.*, 2009) *apud* (Clemente, 2012). Torna-se assim importante rever os investimentos efectuados, uma vez que as fases em que há mais preocupação com custos não representam, no seu conjunto, um terço do investimento total ao longo da vida do empreendimento.

O BIM é uma base de dados lógica e consistente, com toda a informação do edifício, constituindo um repositório de dados e conhecimentos partilhado durante todo o ciclo de vida do empreendimento (Howell e Batcheler, 2005). É, por isso, um recurso completo com informação que percorre os primeiros modelos de concepção, atravessa a fase de construção, os anos da utilização do edifício e vai até ao fim da vida útil do mesmo (Ham *et al.*, 2008).

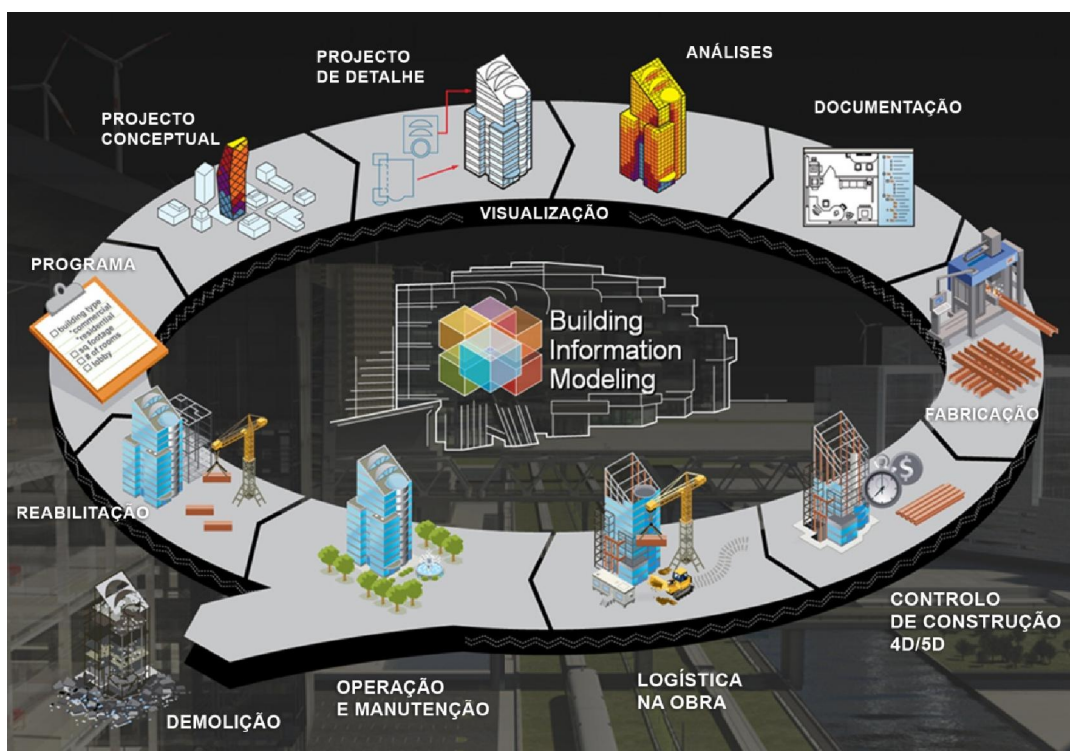


Figura 2.3 - Ciclo de vida do BIM (Clemente, 2012 adaptado de Autodesk, 2009)

Na fase de operação e manutenção do edifício, toda a documentação necessária para os gestores do empreendimento estará aí disponível. Para tal aconteça, deve haver adaptações para que o BIM deixado represente fielmente o produto final. Feitas essas adaptações deixa-se o modelo na condição de *as built* (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2010). Deste modo, anos após a entrega da obra os responsáveis pela manutenção do edifício podem voltar a utilizar o modelo. Nele, podem seleccionar o equipamento sobre o qual precisam de saber informação e obtê-la, desde o seu número de série, a data da sua instalação, a garantia, as características técnicas, até às homologações (Madsen, 2008).

### 2.3. Indústria

Em 1997, eram gastos por ano cerca de 1.000.000.000.000\$ ( $\approx$  815.000.000.000 €) na indústria da construção mundial. Uma melhoria, mesmo que apenas de uma fracção de percentagem, poderia produzir milhares de milhões de dólares em poupança. O principal factor de desperdício, para os empreiteiros, era identificado na literatura como sendo os atrasos. Estes levam a consequências negativas: disputas, custos e degradação da produtividade (Majid e Zaimi, 1997).

A falta de estruturação da informação de projecto é um problema há muito reconhecido na indústria da construção. A abundância e a complexidade da informação produzida, assim como a falta de uma estrutura adequada que coordene e faça a gestão dessa mesma informação, fragmentaram a indústria tornando-a cada vez menos competitiva (Ford *et al.*, 1995). Em 1998, um relatório do Reino Unido revelava dados sobre a referida falta de competitividade: os trabalhos repetidos representavam 30% das actividades da construção, 40% dos recursos humanos e 10% de desperdícios de material. Cerca de 40% dos projectos eram concluídos tardiamente e ultrapassavam o orçamento inicial (Egan, 1998). Actualmente estima-se que os trabalhos repetidos representem 11,07% do valor originalmente contratado. Os erros e as omissões são duas das principais causas dos trabalhos repetidos (Love *et al.*, 2009).

Apesar da validação de projecto assistida por BIM ser hoje em dia uma prática comum para a detecção de colisões, Lee *et al.* (2012) referem que há quem critique este processo, com o argumento que um profissional experiente consegue, com facilidade, reconhecer este tipo de erros, sendo que os que deixa escapar têm muito pouco impacto económico no projecto. O mesmo autor concluiu que este argumento não é, de todo, correcto (Capítulo 2.6 da presente dissertação).

Provavelmente uma das razões mais apontadas pela generalidade da população para a falta da competitividade na indústria da construção é a corrupção. A construção é um sector com avultados investimentos, no qual é ainda muito fácil esconder actos ilícitos e de corrupção (Goldie-Scot, 2008), razão pela qual é considerado, em todo o mundo, o sector com maior risco de oferta de subornos a entidades estatais e ainda o sector com maior tendência para tentar exercer influência sobre a legislação (Riano e Hodness, 2008).

Este problema demonstra-se ainda maior quando se aprofunda o seu estudo: para além do aumento dos custos globais, a corrupção distorce as prioridades do investimento, compromete a qualidade e negligencia a manutenção do empreendimento. Como resultado, verifica-se uma redução na viabilidade económica do investimento, o que pode gerar, em último caso, a falta de retorno socioeconómico do empreendimento (Goldie-Scot, 2008).

Apesar de ser apontado por vários autores como a solução para muitos dos problemas da indústria, o BIM é uma tecnologia genérica que não está dependente apenas do seu próprio desenvolvimento. A realização de todas as suas capacidades demora anos de desenvolvimento tecnologias complementares, de alterações na organização sectorial da construção (da divisão de trabalhos, à colaboração no processo da construção), de legislação, regulamentação e contratos económicos (Hannele *et al.*, 2012). Para conseguir atingir a totalidade das possibilidades de uma nova tecnologia tem que haver uma reorganização de estruturas institucionais e organizacionais (Perez, 2002). Esta dualidade entre as mudanças tecnológicas e as organizacionais é mais evidente quando se pensa nas diversas definições que o BIM adquire na literatura (Hannele *et al.*, 2012).

No que diz respeito a estudos sobre o panorama da indústria nacional e internacional, descrevem-se nas duas secções seguintes os que assumem maior relevo.

### **2.3.1. Panorama internacional**

Em 1971, a escassez de mão-de-obra, o baixo desempenho dos subempreiteiros e as condições climáticas eram apontadas como as principais causas dos atrasos nos EUA (Baldwin *et al.*, 1971).

Em 1995, as principais causas dos atrasos, para os donos de obra na Arábia Saudita, eram os erros de projecto, a baixa produtividade e a falta de utilização de mão-de-obra especializada. Do ponto de vista dos empreiteiros eram a demora na aprovação e na preparação das obras, a demora no pagamento por parte do dono de obra e as alterações efectuadas durante o processo construtivo. Os engenheiros e arquitectos apontavam como causas dos atrasos os problemas de financiamento durante a fase construtiva, a relação entre os subempreiteiros e a demora nas decisões do dono de obra (Assaf *et al.*, 1995).

Entre 1997 e 2002, foram identificadas um total de 83 causas de atrasos nas obras em Hong Kong. As mais relevantes eram a fraca gestão do risco, a fraca supervisão, a demora na tomada de decisões por parte do dono de obra e as alterações contratuais efectuadas pelo dono de obra (Chan e Kumaraswamy, 2002).

Entre 1964 e 2003, segundo o *U.S. Bureau of Labor Statistics*, as indústrias em geral melhoraram a sua eficiência, duplicando em média a sua produtividade. Pelo contrário, a indústria da construção deixou a sua produtividade estagnada durante os 40 anos estudados (Yang e Wang, 2009).



Em 2004, um estudo elaborado para o *National Institute of Standards and Technology* NIST estima que o custo da interoperabilidade inadequada na indústria ascende aos 15.800.000.000\$ ( $\approx$  13.000.000.000 €) por ano, nos Estados Unidos. A arquitectura e a engenharia são responsáveis por 7,3% deste custo, a construção por 11,4%, os fornecedores de equipamentos e materiais por 13,9% e os proprietários e operadores de empreendimentos por 67,3%. Para além da interoperabilidade, também a falta de normalização, a elevada fragmentação de empresas e a utilização de tecnologia inadequada, constituem importantes obstáculos à redução de custos e prazos de execução, no desenvolvimento de projectos e na construção em geral. O relatório conclui que a utilização do BIM promete reduzir drasticamente estes valores, dada a facilitação da comunicação entre os diversos intervenientes (Gallagher *et al.*, 2004).

Em 2007, um relatório norte-americano concluiu que 83% das empresas de construção do país necessitam de alterar o seu método actual de gestão de projectos (American Institute of Architects, 2007).

Em 2008, num estudo efectuado na Jordânia sobre as causas dos atrasos na construção, concluiu-se que esta indústria é primordial na economia dos países, gerando riqueza e emprego. Os principais motivos indicados para os atrasos foram as dificuldades financeiras dos empreiteiros, as alterações de projecto efectuadas pelos donos de obra e as condições climáticas da região (Sweis *et al.*, 2008).

Estes índices demonstram a ineficiência do processo construtivo tradicional na indústria da construção (Yang e Wang, 2010).

### **2.3.2. Panorama nacional**

Tida como um dos motores da economia nacional (Couto e Teixeira, 2006), desde 2001 que a indústria da construção tem estado a perder força e representa uma percentagem cada vez menor do Produto Interno Bruto (PIB). Em 2010, o sector da construção representava 12,4% do PIB, detinha 6,7% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) e empregava 482.000 pessoas em Portugal (Banco de Portugal, 2011).

Ainda assim, “embora o peso do sector da construção no total do VAB seja actualmente semelhante ao observado na média da EU-15, a evolução registada nos últimos anos foi significativamente diferente” (Figura 2.4) uma vez que o sector regista quedas no VAB desde 2008 (Banco de Portugal, 2011).

Os últimos anos vieram confirmar que na indústria da construção portuguesa não abunda competitividade. As evidências deste facto estão à vista de todos: prazos ultrapassados, orçamentos excedidos, segurança deficiente e fraca qualidade são constatações comuns nas obras em Portugal (Couto e Teixeira, 2006).

“Acresce que os procedimentos de adjudicação adoptados nem sempre conferiram transparência às escolhas efectuadas, nem permitiram o adequado funcionamento das regras de merca-

do, de modo a possibilitar a obtenção de propostas economicamente mais vantajosas, decorrentes do exercício da concorrência” (Tribunal de Contas, 2009).

Segundo Fernando Santo, bastonário da OE entre 2004 e 2010, uma das principais consequências da falta de competitividade do sector em Portugal são os desvios de custos e de prazos nas empreitadas de obras públicas. Assim, para evitar esses desvios, torna-se imprescindível (Santo, 2006):

- Definir no programa preliminar, de forma concreta e rigorosa, o que é pretendido pelo dono de obra;
- Conseguir transpor o programa preliminar para o projecto;
- Assegurar que a empresa de construção adjudicatária tem capacidade para transformar um projecto numa obra;
- Garantir que o dono de obra consiga implementar um sistema integrado de gestão de todo o processo.

Fernando Santo (2006) alerta ainda para a necessidade de compreender que a legislação existente à data fora produzida noutra época e noutro contexto político, pré-25 de Abril de 1974. Apesar da legislação entretanto já ter sido actualizada, este é um factor determinante para se perceber as ineficiências de gestão dos contratos de empreitadas públicas.

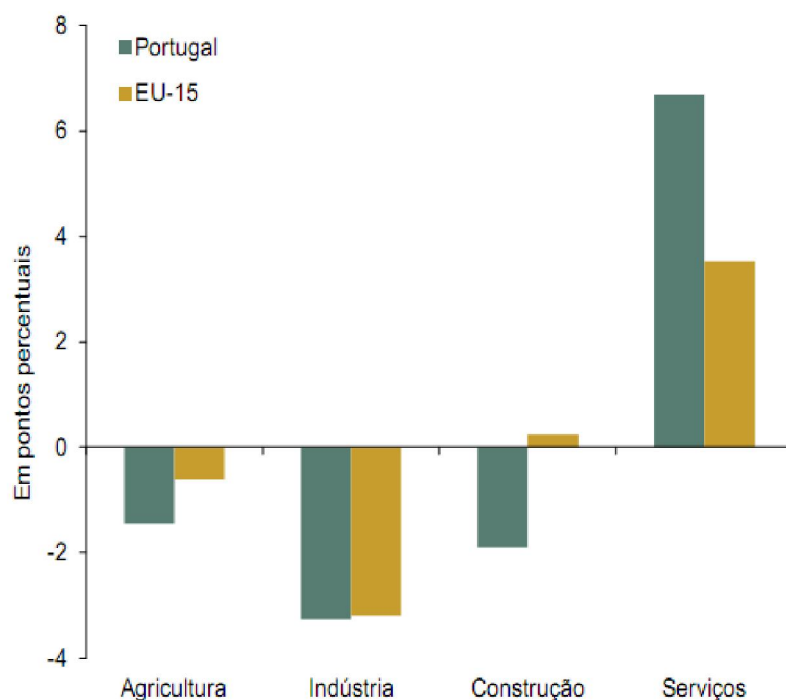


Figura 2.4 - Variação do VAB por ramo de actividade entre 2000 e 2011 (Banco de Portugal, 2011 adaptado de Eurostat)

Em Portugal, as causas dos atrasos e derrapagens nos orçamentos no sector da construção são (Couto e Teixeira, 2006; Madeira, 2011; Moura e Teixeira, 2007; Tribunal de Contas, 2009):

- Critérios de adjudicação muito ambíguos e subjectivos;
- Morosidade na resposta aos pedidos de esclarecimento e na aprovação de alterações, por parte do dono de obra;
- Programas preliminares entregues pelos donos de obra mal estruturados, mal definidos, pouco detalhados e até inconclusivos;
- Erros, omissões, ambiguidades e contradições persistentes em projectos e documentação;
- Ordens de alteração emanadas do dono de obra;
- Trabalhos repetidos devido a essas alterações;
- Desresponsabilização dos projectistas, ausência de seguros profissionais;
- Prazos apertados impostos aos projectistas;
- Planeamentos muitas vezes irrealistas;
- Aproveitamento pelos empreiteiros dos erros dos restantes intervenientes, munidos de equipas jurídicas fortemente motivadas e especializadas em reivindicações e reclamações, exclusivamente dedicados à resolução de conflitos;
- Elevada dificuldade na gestão e coordenação das várias empreitadas, ao que se somam as dificuldades de gestão interna de alguns empreiteiros;
- Falhas na comunicação e coordenação entre os vários intervenientes. Este problema evidencia-se desde a fase de concepção até à construção;
- Utilização recorrente de mão-de-obra pouco qualificada;
- Falta de equipas;
- Falta de estudos técnicos para realização da obra;
- Condições imprevisíveis do local da obra;
- Falta de disponibilidade no terreno, ordem tardia para prosseguir e tempos de espera elevados;
- Burocracia;
- Equipas de fiscalização pouco experientes;
- Condições climatéricas;
- Falta de coordenação entre o empreiteiro e os fornecedores de materiais e equipamentos;
- Falhas em abastecimentos de material e componentes ou atrasos na recepção dos mesmos.

A falta de formação específica, a insuficiente preparação de projecto e a falta de transparência nos processos da construção são as principais razões apontadas para a deficiente gestão de obras (Moura e Teixeira, 2007).

O incumprimento de prazos tem consequências graves e de difícil resolução. Estes incumprimentos geram prejuízo tanto aos utentes como aos promotores, devido à diminuição de rentabilidade do empreendimento. Os atrasos culminam geralmente em disputas e reclamações de custos. Embora seja irrealista achar possível controlar todas as causas dos atrasos no sector, será certamente sensato maximizar o controlo para tentar evitá-las (Couto, 2006).

Com vista a evitar os incumprimentos de prazos e as derrapagens nos orçamentos das obras públicas em Portugal, o Tribunal de Contas (2009) conclui que o dono de obra deve investir na melhoria da qualidade do projecto, maximizando a coerência, pormenorização e rigor. Para o efeito, deve ser promovida a revisão dos projectos através de uma equipa de técnicos independentes e de reconhecida competência. A revisão deve acontecer antes do lançamento do concurso. Recomenda ainda que em sede de avaliação de um projecto público, se tenha em consideração o custo global relativo ao seu ciclo de vida, com especificação dos custos estimados para a exploração e manutenção da obra, durante a sua vida útil (Tribunal de Contas, 2009).

A sustentabilidade do sector passa cada vez mais por exigir eficiência em todas as fases de intervenção, desde o projecto, à concepção e à exploração. As metodologias BIM e *Lean* dão uma importante contribuição para que se atinjam os patamares de competitividade desejados, originando melhores fluxos de trabalho e melhor controlo de custos e de prazos de execução (Clemente, 2012).

A utilização do BIM otimiza a gestão e o controlo. Assim, pode ser uma ferramenta fundamental para evitar incumprimentos de prazos e derrapagens orçamentais, garantindo um fluxo adequado de informação fiável ao longo de todo o processo. Desta maneira, o BIM contribui para a melhoria da produtividade e da qualidade na construção, tornando o sector necessariamente mais competitivo (Eastman *et al.*, 2011).

## **2.4. Estados / Governos**

“Para a implementação do BIM em larga escala em Portugal, é necessário que aconteça um conjunto diversificado de iniciativas ao longo do tempo, envolvendo os vários actores intervenientes nos projectos de engenharia e construção. Este é um desafio multidimensional, e que exige uma forte participação e envolvimento inicial dos grandes donos de obra e projectistas especializados. Os grandes donos de obra públicos poderão ter um papel relevante neste processo.” (Grilo e Valadares Tavares, 2008)

Na realidade, “para alguns, um modelo BIM único é visto como um incómodo e haverá necessidade de o conjugar com outros formatos de dados (...). O modelo BIM único é visto como o Santo Graal mas é questionável se há realmente vontade de atingir esse estágio” (Howell e

Batcheler, 2008). Para chegar ao modelo único, poderá ter que haver o envolvimento do Governo, para assegurar que os passos de que este está dependente são devidamente encarados e resolvidos. Howell e Batcheler (2005) afirmam que o modelo único (a “utopia do BIM” e uma das premissas do IPD) está dependente de:

- Disponibilidade e compatibilidade entre vários *softwares*;
- Estandarização da informação a ser utilizada nos modelos;
- Compatibilidade entre modelos e ferramentas/plataformas tradicionais;
- Existência de formas de colaboração e de interacção;
- Regulamentação;
- Contratos;
- Interesses económicos.

Seja em que país for, o papel do Governo na implementação BIM é essencial, podendo mesmo ser o factor diferenciador entre o sucesso e o insucesso (Wong *et al.*, 2011). Para uma implementação governamental do BIM ser bem sucedida (Wong *et al.*, 2011):

- O Governo precisa de estabelecer políticas específicas de adopção do BIM em todos os novos projectos;
- O projecto político relativo ao BIM deve encorajar o desenvolvimento de *software open source* e a utilização de *open-standards*. Há várias marcas de *software* a competir no mercado do BIM. O Governo tem o poder para promover sinergias entre os vários sistemas de *software* disponíveis no mercado e deve fazê-lo;
- A informação de projecto deve ser explícita e disponibilizada a todos os parceiros, para que as intenções do projecto sejam facilmente compreendidas;
- No Governo, deve haver um departamento responsável pela implementação do BIM que assegure o seguimento prático da decisão política através de projectos-piloto. Tal departamento deve ainda vigiar e orientar as iniciativas BIM no território nacional;
- Todos os departamentos que possam ganhar com a implementação do BIM devem ser encorajados a fazê-lo, sob a coordenação do departamento responsável acima descrito;
- Uma vez criado o programa governamental BIM, este deve ser regularmente apresentado à indústria em fóruns e conferências;
- Devem ser fomentadas pontes com organizações profissionais para promover trocas de informação que conduzam à melhoria contínua da implementação.

Nos países desenvolvidos as obras públicas são preponderantes no sector da construção uma vez que o Estado é o maior dono de obra de uma nação. As tendências de contratação pública

devem ser estudadas dado serem diferentes entre países. A cultura própria de cada povo poderá ditar diferentes formas de encarar uma implementação (de la Cruz *et al.*, 2008).

Dois exemplos de tendências de contratações públicas contrastantes são a Espanha e o Reino Unido: enquanto em Espanha há legislação específica que define os meandros da contratação pública, no Reino Unido a legislação que há é bastante mais leve e baseia-se em documentos que reúnem estratégias flexíveis para o sector público.

No início da década de noventa o Reino Unido adoptou como estratégia melhorar continuamente a rentabilidade das suas obras, baseada na proposta economicamente mais vantajosa. As suas estratégias tiveram a preocupação de desencorajar o comportamento de rivalidade, encorajando por sua vez a aplicação de boas práticas para que a indústria e os seus clientes pudessem trabalhar de forma colaborativa maximizando os seus resultados (de la Cruz *et al.*, 2008).

No entanto, as estratégias aplicadas pelo Reino Unido demonstraram ser desajustadas da realidade do sector público britânico pelo que a sua implementação foi incompleta. No Governo local, em projectos de pequena e média dimensão, a utilização como critério de adjudicação da estimativa do custo de todo o ciclo de vida, foi mais uma inspiração do que uma realidade. No entanto, nos projectos de grande dimensão do Governo central esta estratégia já foi mais frequentemente adoptada (Comissão Europeia, 1997).

Também na legislação espanhola a proposta economicamente mais vantajosa é reconhecida como um possível critério de concurso. No entanto a sua utilização é muito rara (de la Cruz *et al.*, 2008). Este método de adjudicação também foi sugerido para Portugal pelo Tribunal de Contas (2009) (ver secção 2.3.2).

Reformas da contratação pública baseadas em documentos estratégicos são conseguidas por países dinâmicos, progressistas e com forte orientação empresarial. Geralmente são países anglo-saxónicos e escandinavos. Estas culturas têm grande maturidade no campo da gestão de projectos, tanto em obras públicas como em investimentos privados (de la Cruz *et al.*, 2008).

Citando vários autores (Barzelay, 2001; McLaughlin *et al.*, 2002), de la Cruz *et al.* (2008) afirmam que os anglo-saxónicos e os escandinavos estão ligados à tendência internacional chamada "*New Public Management*". Esta preconiza a aplicação de princípios de gestão privada (gestão estratégica, gestão orientada ao cliente, *standards* e testes de performance, gestão orientada a resultados, etc.) ao ambiente público, através de uma análise das diferenças entre ambos e posterior adaptação à realidade pública.

Os pioneiros neste processo de repensar a gestão privada e pública no sector da construção são o Reino Unido e a Austrália. Outros países seguiram os seus avanços, implementando iniciativas inspiradas na dos britânicos. Os resultados demoram 10 a 15 anos a evidenciar-se. Dado que nos casos de Singapura, Dinamarca, Hong Kong e Holanda esta tendência começou a ser aplicada entre 1999 e 2001 é ainda muito cedo para haver resultados claros de mudança. Ainda assim, há implementações que já deram indicações de sucesso (Ang *et al.*, 2004).

Os casos da Austrália, Dinamarca, Finlândia, Noruega, Holanda, Singapura e Hong Kong têm programas bastante prometedores. As principais dificuldades relatadas são (Ang *et al.*, 2004) *apud* (de la Cruz *et al.*, 2008):

- Complexidade operacional dos programas: demonstrou-se complicado mudar práticas que se vêm a desenvolver há décadas num sector grande como o da construção;
- Período de implementação: os longos períodos de implementação são uma consequência do que acima é referido e podem dificultar a continuidade e a manutenção do programa, sobretudo nos momentos iniciais. Falhas, problemas legais, mudanças de governos estão entre os principais impactos negativos;
- Passagem do conhecimento: Fazer chegar informação a todo o sector é o maior problema relatado. Mesmo em países que optaram por introduzir o programa através de legislação, é sempre preciso fazer as empresas entenderem quais os requisitos e oferecer as ferramentas necessárias para que estas se ajustem ao programa.

De la Cruz *et al.* (2008) realçam ainda que projectos a longo prazo podem entrar em conflito com o sistema político. Apontam como solução, para assegurar uma implementação a longo prazo no sector, oficializar a iniciativa através de regulamentos e legislações, pelo menos para países que não partilhem as culturas anglo-saxónica e escandinava. Algumas chaves para o sucesso deste tipo de iniciativas são:

- Ter em conta a cultura do país onde a implementação será efectuada quando se escolhe os métodos de introduzir alterações. Em algumas culturas garantir o diálogo poderá ser o suficiente, enquanto outras terão que introduzir o tema através de legislação, regulamentação e requisitos governamentais;
- Apostar numa boa estratégia de comunicação;
- Lançar mão de indivíduos considerados e respeitados dentro da comunidade para promover a mudança;
- Utilizar um sistema de controlo e monitorização eficiente que garanta a existência de relatórios periódicos e indicadores de desempenho;
- Implementar um sistema de prémios que estimule a mudança e encoraje a melhoria a longo prazo. É necessário compreender que algumas culturas são muito orientadas para o reconhecimento público, enquanto outras só reagem a incentivos financeiros;
- Criar ferramentas e meios para a passagem de informação e para apoiar donos de obra e empresas da indústria interessadas na iniciativa;

- Educação, formação assim como sistemas de informação e de esclarecimentos *online* são essenciais para este tipo de iniciativa;
- Ainda dentro do tema do ponto anterior, os governos têm que estar realmente dispostos a aumentar os fundos para a formação dos funcionários públicos.

De la Cruz *et al.* (2008) sublinham ainda que, mais que uma mera implementação, é necessário um programa completo e progressivo que mude a cultura do sector. É ainda necessário aplicá-lo com as devidas adaptações, que o ajustem à realidade dos países; caso contrário o programa pode levar a resultados diferentes dos pretendidos (Torres e Pina, 2004).

## 2.5. Implementação do BIM

Estudando e compreendendo sistemas de informação, torna-se evidente que a introdução de uma nova TIC no contexto organizacional pode implicar desvios das intenções e dos objectivos originais. Esses desvios dependem, na sua maioria, do grau de conhecimentos adquiridos, da disparidade desses conhecimentos entre os vários intervenientes e da capacidade de aprendizagem dos indivíduos que compõem o grupo onde a tecnologia irá ser implementada. Dependem ainda das normas existentes, das características da indústria e das regras, modo de aplicação e cultura empresarial da empresa que introduz a tecnologia em causa (Linderoth, 2010).

No caso do BIM, a interacção entre as suas características tecnológicas e o contexto em que irá ser aplicado será determinante para a efectividade da implementação. A utilização do BIM requer mudanças profundas nas actuais práticas empresariais o que levará ao desenvolvimento de modelos empresariais novos e sustentáveis (Mihindu e Arayici, 2009).

A mudança de CAD para BIM dentro de uma empresa exige formação, disponibilidade de recursos, criação de conteúdos, trabalho de equipa, assim como novos fluxos de trabalho. Toda esta operação adjacente à mudança tem que ser gerida em simultâneo e como um todo (Mihindu e Arayici, 2009).

Com o BIM os arquitectos passam a ocupar mais tempo a projectar, deixando de perder tanto tempo a desenhar (Birx, 2006). Desenhar deixa de representar um papel tão preponderante na formação dos arquitectos dado ser mais importante modelar e projectar que desenhar (Howell e Batcheler, 2005). Adicionalmente, a criação de novos tipos de empregos por parte do BIM é uma realidade. Um exemplo de um novo emprego é o gestor BIM (Mihindu e Arayici, 2009).

Mihindu e Arayici (2009) propõem (Quadro 2.1) que, para uma implementação empresarial bem sucedida, sejam tomados em conta os seguintes aspectos:

- Na fase de preparação, a empresa precisa de se concentrar no processo de implementação. Para tal torna-se essencial que sejam analisadas eventuais consequências no seio da empresa, e antecipados métodos que minimizem possíveis problemas durante e após a implementação. A utilização de protocolos de implementação (*checklists*) e o treino prévio podem atenuar a maioria das situações pro-



blemáticas. É também nesta fase que se devem identificar os processos empresariais que necessitem de alterações operacionais;

- É na fase de implementação que a empresa sofre as maiores mudanças: instalação de sistemas, programas de formação, avaliações organizacionais dos resultados obtidos em projectos-piloto, etc.. Estas mudanças levam à completa reestruturação dos processos operacionais até então existentes. Os novos processos requerem uma avaliação total e, lamentavelmente, o apoio por parte dos fornecedores de serviços de implementação BIM pode não abranger estas avaliações. As avaliações baseiam-se nos dados dos projectos-piloto e devem medir a eficácia, a eficiência e o desempenho dos processos operacionais. Antes de dar por terminada a fase de implementação devem estar rectificadas todos os processos que se julgue necessário;
- Na fase pós-implementação deve ser conduzida uma análise exhaustiva à eficácia da implementação no que diz respeito ao aumento de desempenho. Esta análise define a situação actual da empresa. Define ainda quais as suas futuras apostas, como sejam: novas oportunidades de negócios, formação especializada a proporcionar aos seus funcionários e até uma avaliação custo-benefício da introdução do BIM como uma aposta estratégica da empresa.

Quadro 2.1 - Implementação BIM em empresas. Adaptado de Mihindu e Arayici (2009)

| Fase              | Passos envolvidos                          | Ponto de foco   |
|-------------------|--|---|
| Preparação        | Plano para as mudanças                     |   |
|                   | Gestão operacional da empresa              | Identificar efeitos sobre os processos operacionais dentro da empresa |
|                   | Checklist da implementação                 |   |
|                   | Plano da implementação                     | Minimizar os efeitos indesejados nos processos operacionais           |
|                   | Formação inicial                           | Dada aos mais afectados pela implementação                            |
|                   | Plano de formação para a fase seguinte     |   |
| Implementação     | Gestão das mudanças operacionais           |   |
|                   | Hardware adequado                          |   |
|                   | Software adequado                          |   |
|                   | Implementação                              |   |
|                   | Formação de todos os colaboradores         |   |
|                   | Iniciar projectos-piloto                   | Desempenho dos processos operacionais                                 |
|                   | Pequenos ajustamentos                      | Rectificar os processos operacionais                                  |
| Pós-Implementação | Actualizar plano de implementação          |   |
|                   | Checklist da pós-implementação             | Apostas futuras   |
|                   | Avaliar a adequabilidade da formação       |   |
|                   | Avaliar projectos-piloto                   |   |
|                   | Criar recomendações                        | Baseadas nos projectos-piloto   |
|                   | Confirmar aumento de desempenho da empresa | Optimização dos processos operacionais                                |

Na realidade, implementar o BIM numa empresa é diferente de implementá-lo num país. Uma implementação em obras públicas de um país pode alterar todo o processo envolvido. Uma intervenção governamental deverá reflectir os seguintes cenários (Wong *et al.*, 2011):

- Fase de conceito: numa situação em que é necessário explicar o projecto às autoridades a utilização de BIM pode ajudar a transmitir informação de forma clara e de maneira que as pessoas possam compreender, mesmo sem grandes conhecimentos técnicos. Pelas mesmas razões, o BIM é uma mais-valia no processo de consulta pública;
- Fase de projecto: a necessidade de enviar documentos em papel para as autoridades governamentais é eliminada, passando a ser enviados documentos via electrónica, adicionados em tempo real no projecto. Podem ser ainda embebidos no *software* BIM os requisitos e as normas governamentais, tornando assim o processo de revisão mais simples;
- Fase de construção: a utilização de modelos BIM tanto no escritório como em obra, aumenta a capacidade do agente fiscalizador do Governo para comparar o projecto com o que é executado em obra;
- Fase de gestão do empreendimento: com toda a informação centralizada num ponto, é menos provável que a informação se perca ao longo do tempo. Em caso de emergência as equipas de socorro podem reduzir o risco e oferecer uma melhor resposta à crise através da consulta rápida do modelo. Com isto o dono de obra pode pedir reduções de preços de seguros, dada a melhor resposta à crise oferecida pelo empreendimento;
- Fase de demolição/desmantelamento/reutilização: Em caso de demolição ou desmantelamento, a consulta do modelo BIM aumenta a capacidade de identificação de materiais recicláveis. Pode ainda ajudar a obter ou a criar qualquer documentação processual necessária. Em caso de reutilização o BIM facilita o projecto de reabilitação, reduzindo o tempo e o custo do processo.

No entanto, o BIM não é só uma tecnologia. De facto, a sua implementação tem vindo a ser vista como catalisador de mudanças processuais e contratuais profundas (Hannele *et al.*, 2012). Ainda assim, levantam-se algumas questões do foro legal (McAdam, 2010):

- No processo de implementação, quem é requerido a fazer o quê?
- Que *software* utilizar? O *software* do dono de obra? O do arquitecto? O do projectista?
- Qual o estatuto legal do modelo?
- Existe uma linha muito ténue no que se refere a protecções de propriedade e *copyright*.

Nos contratos para projectos BIM têm obrigatoriamente que ser contempladas áreas legais chave (Wickersham, 2009):

- Protocolos de dados digitais: deve estar definido em contrato qual o *hardware* e qual o *software* a utilizar durante todo o projecto de execução dos modelos BIM;
- Coordenação e confiança/responsabilização: deve estar definido em contrato até que ponto se pode confiar na modelação executada por intervenientes anteriores, assim como o ponto a partir do qual cada interveniente é responsável por deixar passar em branco a situação;
- Responsabilidades e riscos de projecto: deve ser assegurado no contrato que um qualquer participante na criação do modelo BIM, somente pelo facto de participar, não será responsabilizado por problemas que estejam fora do âmbito do seu projecto, fora dos seus honorários ou fora do risco que tem segurado;
- Utilização de documentos: deve ser assegurado no contrato que, apesar do seu papel na criação do modelo BIM, os participantes podem ver os seus modelos, ainda que protegidos por *copyright*, serem utilizados por outros participantes, dentro do mesmo projecto;
- Confidencialidade, renúncias e indemnizações contratuais: deve ser claramente declarado em contrato que a participação na criação dos modelos BIM não dá o direito à confidencialidade junto dos restantes participantes, a menos que existam compromissos prévios acordados nesse sentido entre as partes.

Nos EUA foram desenvolvidos dois *standards* contratuais diferentes, para serem utilizados pelos donos de obra. São eles o *Consensus DOCS 301* e o *AIA E202*. As suas linhas gerais são (Mow e Naylor, 2010) *apud* (McAuley *et al.*, 2012):

- Deve ser explícito no contrato qual a amplitude dos direitos do dono de obra para utilizar o modelo BIM após o término do projecto;
- Para fins do projecto contratado deve ser prevista uma licença limitada e não exclusiva para a reprodução, distribuição, exibição ou qualquer outro uso das várias contribuições que formam o modelo BIM;
- Os participantes no modelo devem criar um plano detalhado do mesmo. Este plano deve identificar que modelos são criados, quais os seus conteúdos, quais os formatos dos ficheiros a utilizar e quais as medidas que facilitem a interoperabilidade;
- O dono de obra deve indicar um ou mais gestores de informação. Estes ficarão responsáveis por proteger o modelo, oferecer acesso ao mesmo e gerir toda a informação que este contenha;

- Caso seja decidido não utilizar nenhum dos *standards* contratuais definidos, os participantes devem assegurar que os seus contratos refiram pormenorizadamente o BIM, assim como a sua influência única sobre o projecto.

Para implementar o BIM num país devem ser desenvolvidas políticas para esse fim. Succar (2009) descreve essas políticas como “regras ou princípios escritos que guiem a tomada de decisão”. O desenvolvimento destas políticas deve focar-se em preparar profissionais, desenvolver investigação, distribuir os benefícios, alocar os riscos e minimizar conflitos dentro da indústria (Succar, 2009).

Para este fim, devem ser destacadas equipas compostas por organizações especializadas, como por exemplo seguradoras, centros de investigação, instituições de ensino e órgãos reguladores. Estas equipas terão um papel fundamental no desenvolvimento de regulamentação, *standards*, acordos contratuais, guias, boas práticas, parâmetros de referência, programas de ensino e projectos de investigação para os processos relativos aos projectos, construção e operação dos empreendimentos (Succar, 2009).

No entanto é importante referir que o BIM é uma metodologia extensa, pelo que a sua implementação deve ser faseada. Nesse sentido, Succar (2009) identifica as etapas de maturidade da implementação BIM (Figura 2.5):



Figura 2.5 - Etapas de maturidade da implementação BIM. Adaptado de Succar (2009)

Na etapa pré-BIM existe muita dependência de desenhos 2D para descrever uma realidade que é 3D. Mesmo que existam visualizações 3D, estas são baseadas em informação bidimensional. Mapas de quantidades, estimativas de custos assim como outras especificações não derivam do modelo de visualização nem tão-pouco são interoperáveis com o resto da documentação existente. Não é dada prioridade às práticas de colaboração entre as partes envolvidas no projecto e o fluxo de trabalho é linear e assíncrono (Succar, 2009).

A primeira etapa da implementação BIM é denominada de modelação baseada em modelos. Os modelos BIM são utilizados principalmente para gerar e coordenar automaticamente documentação 2D e visualizações 3D. Em alguns casos pode haver exportações simples de dados, como por exemplo algumas quantidades, e modelos 3D “ligeiros”, uma vez que não detêm atributos paramétricos. Quando esta etapa de maturidade é atingida, os operadores começam a reconhecer as potencialidades do BIM. É esse reconhecimento e subsequente tomada de iniciativa que levará os utilizadores à etapa seguinte: a colaboração baseada em modelos (Succar, 2009).

Na segunda etapa, a da colaboração baseada em modelos, os intervenientes colaboram activamente com intervenientes de outras disciplinas. Quer seja através de formatos proprietários ou não proprietários, existe interoperabilidade na troca de modelos entre os vários participantes. A utilização do modelo para estudos de planeamento e de orçamentação leva a que nesta fase se chegue a modelos 4D e 5D respectivamente. Apesar das comunicações entre os envolvidos no projecto BIM continuarem assíncronas, as linhas que no pré-BIM demarcam os vários papéis, disciplinas e fases de obra começam a desvanecer-se. Nesta etapa pode começar a ser necessário fazer alterações contratuais de adaptação ao BIM (Succar, 2009).

Na fase da integração baseada em redes, a terceira fase de maturidade da implementação BIM, os modelos são integrados, ricos em atributos semânticos e são criados, partilhados e mantidos através de processos colaborativos durante as várias fases da obra. A integração descrita é conseguida através de tecnologias de servidores para modelos. Os modelos da terceira fase tornam-se interdisciplinares e adquirem várias dimensões, sendo assim denominados modelos nD. O trabalho colaborativo torna-se nesta fase numa espiral iterativa rumo a um modelo de dados único, extensivo e partilhado. Devem ser reconsideradas contratualmente as relações entre todas as partes envolvidas, as atribuições de risco e os fluxos de processo. Este grau de maturidade de tecnologias, processos e políticas facilita o alcance do IPD (Succar, 2009).

O IPD representa a visão a longo prazo do BIM como uma fusão de tecnologias, processos e políticas. Assim, o objectivo final de uma implementação BIM é atingir o estado IPD (Succar, 2009).

Porém, o principal obstáculo para a implementação de uma tecnologia de informação nas empresas é a perspectiva que estas têm sobre o investimento necessário, o que se prende com a sua incapacidade para quantificar o retorno sobre esse investimento (Love e Irani, 2001).

## **2.6. Retorno**

Os índices monetários são factores preponderantes para a adopção de uma tecnologia. Devido a este facto, já foram realizados vários casos de estudo com o objectivo de analisar o valor do ROI associado à tecnologia BIM.

Normalmente, estes casos de estudo reportam índices extraordinariamente altos de ROI, por vezes até superiores a 1600% (Autodesk, 2007; Becerik-Gerber e Rice, 2010; CIFE, 2005; Giel *et al.*, 2010; Sacks e Barak, 2008; Sacks *et al.* 2005) *apud* (Lee *et al.*, 2012). No entanto, estes valores não são muito confiáveis, dado que, em muitos dos casos, os métodos de recolha e de análise dos dados não são fornecidos ou são pouco detalhados, tornando assim os valores apresentados difíceis de validar (Lee *et al.*, 2012).

Outra limitação a estes estudos está na maneira como calculam os retornos. É comum nestes estudos calcular-se o ROI perceptível, ou usar como retorno os encurtamentos na duração de projecto ou ainda os ganhos de produtividade em desenho e documentação (Lee *et al.*, 2012):

- O ROI perceptível consiste numa análise importante que permite compreender qual a interpretação humana acerca das melhorias trazidas pelo BIM. No entanto, apesar de esta ser a base da maioria dos estudos de ROI existentes, não substitui uma análise ROI;
- O encurtamento na duração do projecto é muitas vezes utilizado para discutir os benefícios do BIM na construção. No entanto, este factor pode não ser o mais adequado para análises ROI, dada a falta de uma análise cuidada acerca do peso real do BIM no encurtamento quando comparado com outros factores que são tão ou mais influentes nesse encurtamento de prazo;
- Os ganhos de produtividade em desenho e documentação podem trazer benefícios directos para arquitectos e engenheiros mas dificilmente trazem vantagens para o empreiteiro.

Uma das primeiras análises ROI feitas ao BIM foi publicada em 2007 pela Autodesk® (Lee *et al.*, 2012). Nesta análise, foi utilizada como retorno a redução no custo do trabalho, dado o aumento de produtividade conseguido através da utilização do BIM. Esta análise contabiliza como investimento o custo de *hardware*, de *software* e dos ordenados dos trabalhadores (Autodesk, 2007). Lamentavelmente, o custo de formação não é contabilizado (Lee *et al.*, 2012).

Lee *et al.* (2012) apontam a este estudo outro problema: tal como é referido na secção 2.1.6 do presente trabalho, tradicionalmente o ROI calcula-se pela Equação (2.1). Neste caso, a equação utilizada foi a Equação (2.2):

$$ROI = \frac{\text{Retorno}}{\text{Investimento}} \quad (2.2)$$

Assim, caso o retorno tenha o mesmo valor do investimento, o ROI resultante é de 100%. Se a percentagem for superior a 100%, o ROI considera-se positivo, ou seja, o investimento traz retorno. Se o ROI for inferior a 100%, significa que não há retorno sobre o investimento, ou seja, o investimento não justifica o seu custo.

De facto, o ROI calculado neste estudo, relativo ao primeiro ano após a implementação do BIM, segundo o reportado pela Autodesk (2007), é de 62%, o que significa que a implementação do BIM teve uma perda de 38% (Lee *et al.*, 2012).

Os valores para os anos seguintes não foram estudados, no entanto Lee *et al.* (2012) extrapolaram os dados disponíveis do primeiro ano. Deste modo calcularam que, no segundo ano de implementação, o ROI já representa um ganho de 43%. Admitindo que no terceiro ano houve uma actualização de *software* e *hardware*, o ROI volta a ser negativo em 10%.

Este exemplo demonstra a necessidade de divulgação dos dados recolhidos, assim como os métodos utilizados na análise efectuada, pois só assim se podem discutir os seus resultados e, consequentemente, credibilizar a sua publicação. Por esse motivo, na presente secção, referente ao retorno do BIM, o autor do presente documento apenas fará referência a Lee *et al.* (2012), dada a importância, profundidade e credibilidade do artigo publicado. Dada a impossibilidade de obter dados relevantes para o estudo da relação custo-benefício inicialmente prevista no presente trabalho, o autor irá ainda aprofundar este tema, para fornecer alguns dados relevantes sobre o assunto.

Lee *et al.* (2012) utilizaram como caso de estudo uma reabilitação urbana a construir ao longo de 4 anos, no valor de 583 milhões de dólares americanos ( $\approx 475.000.000\text{€}$ ). Com uma área de implementação total de  $350.247\text{ m}^2$ , destacam-se 6 edifícios de grande/médio porte (residenciais, de escritórios e 42 andares de hotel), um centro comercial, um parque público, um centro de espectáculos, entre outros. O objectivo do artigo é propor à academia um método de análise ROI para o BIM, com base na detecção de erros e omissões no projecto. Ao contrário do que é prática comum nestas análises, neste estudo é considerada também a probabilidade desses erros e omissões serem detectados por humanos, isto é, sem a utilização do BIM.

No âmbito do presente trabalho, foi feito o estudo completo do artigo, adaptando-se os dados que se passam a apresentar.

De todas as causas de erros e omissões de projecto, foram encontradas as três com maior incidência: discrepâncias entre os diferentes desenhos; itens e objectos incompletos ou em falta; desenhos ilógicos. Representam, no seu conjunto, 99,99% do total dos erros e omissões de projecto. No Quadro 2.2 e na Figura 2.6 pode constatar-se a probabilidade de ocorrência de cada uma dessas causas principais.

Quadro 2.2 - Principais causas de erros e omissões no projecto. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

| Erros e omissões no projecto            |             |
|---|-------------|
| Causa do erro                           | Percentagem |
| Discrepâncias entre diferentes desenhos | 50,49%      |
| Itens incompletos ou em falta           | 27,22%      |
| Desenho ilógico                         | 22,28%      |

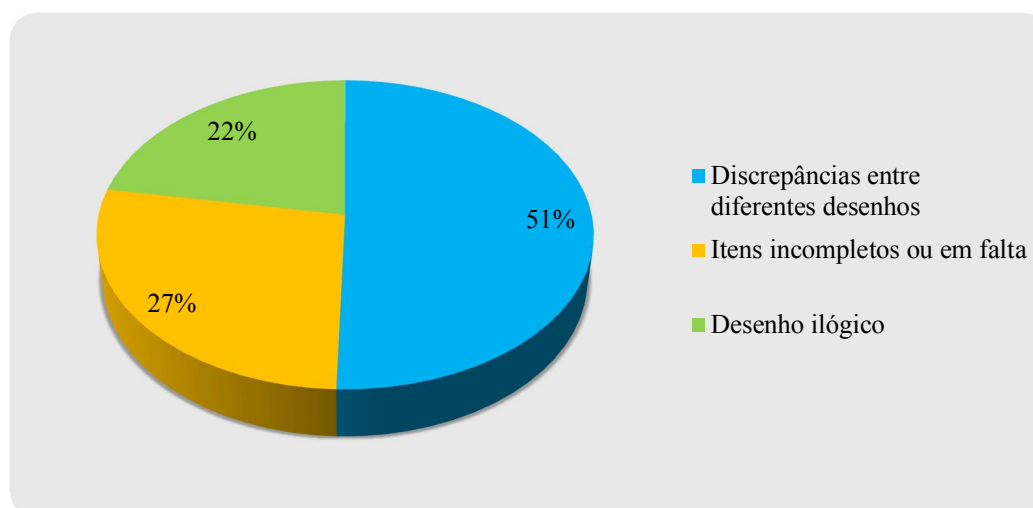


Figura 2.6 - Principais causas de erros e omissões no projecto. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

Dos desenhos ilógicos, 83,54% são colisões, como é o caso da Figura 2.7. Dessas colisões, 53,80% são de projectos de MEP (*Mechanical, Electrical and Plumbing*). Dentro das discrepâncias entre diferentes desenhos, 96,65% delas são entre os projectos de arquitectura e projectos de estruturas. Os itens incompletos ou em falta acontecem 77,72% das vezes em desenhos de estruturas.

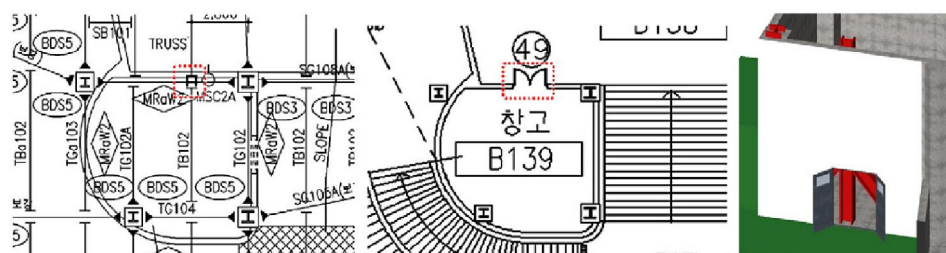


Figura 2.7 - Exemplo de desenho ilógico: interferência entre um pilar e uma porta (Lee *et al.*, 2012)

A probabilidade dos erros serem identificados por humanos, ou seja sem a utilização de BIM, foi dividida em três campos. Como se pode ver no Quadro 2.3 e na Figura 2.8, estimou-se que na maioria dos casos há uma probabilidade maior que 75% de que o erro seja identificado por um profissional.

Quadro 2.3 - Probabilidade identificação de erros sem apoio do BIM. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

| Erros e omissões no projecto                    |             |
|---|-------------|
| Probabilidade de serem identificados por humano | Percentagem |
| Acima de 75%                                    | 52,61%      |
| Entre 25% e 75%                                 | 32,02%      |
| Abaixo de 25%                                   | 15,37%      |



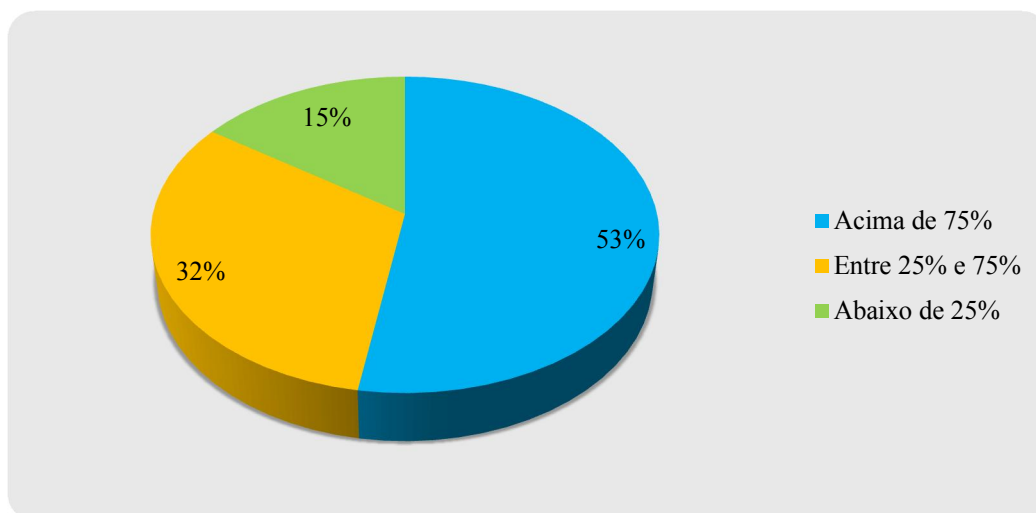


Figura 2.8 - Probabilidade identificação de erros sem apoio do BIM. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

Verificou-se estatisticamente que 70,10% dos erros e omissões são repercutidos em atrasos com impacto moderado/sério no planeamento (ver Quadro 2.4 e Figura 2.9). Lee *et al.* (2012) concluíram que, mesmo sem contabilizar os atrasos e os custos indirectos associados, quanto maior o potencial impacto no planeamento, maior o potencial impacto nos custos directos da obra, o que significa que os atrasos em obra são uma causa preponderante no custo final da mesma.

Quadro 2.4 - Probabilidade de potenciais atrasos devido a erros e omissões. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

| Erros e omissões no projecto     |             |
|----------------------------------|-------------|
| Potencial impacto no planeamento | Percentagem |
| Severo                           | 9,73%       |
| Moderado ou sério                | 70,10%      |
| Praticamente sem impacto         | 20,17%      |

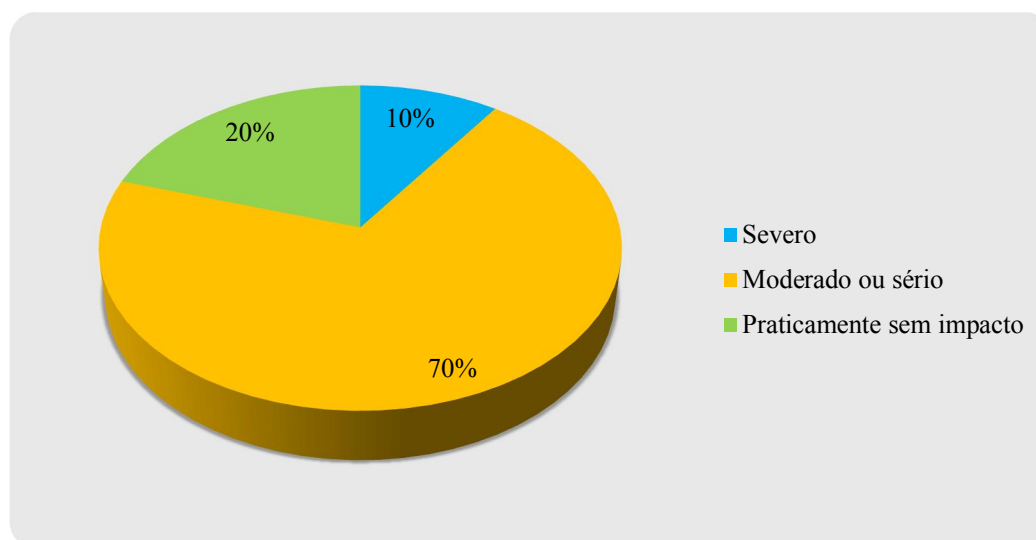


Figura 2.9 - Probabilidade de potenciais atrasos devido a erros e omissões. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

Por outro lado, os erros com moderado ou nenhum impacto na qualidade que não forem detectados antes da construção podem ter mais peso nos custos directos da obra do que os erros com impacto sério ou severo. Como se constata pelo Quadro 2.5 e pela Figura 2.10, aproximadamente dois terços (68,69%) dos erros e omissões têm um impacto moderado a sério na qualidade do empreendimento.

Quadro 2.5 - Impacto na qualidade da obra devido a erros e omissões. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

| Erros e omissões no projecto   |             |
|--------------------------------|-------------|
| Potencial impacto na qualidade | Percentagem |
| Severo                         | 9,17%       |
| Moderado ou sério              | 68,69%      |
| Praticamente sem impacto       | 22,14%      |

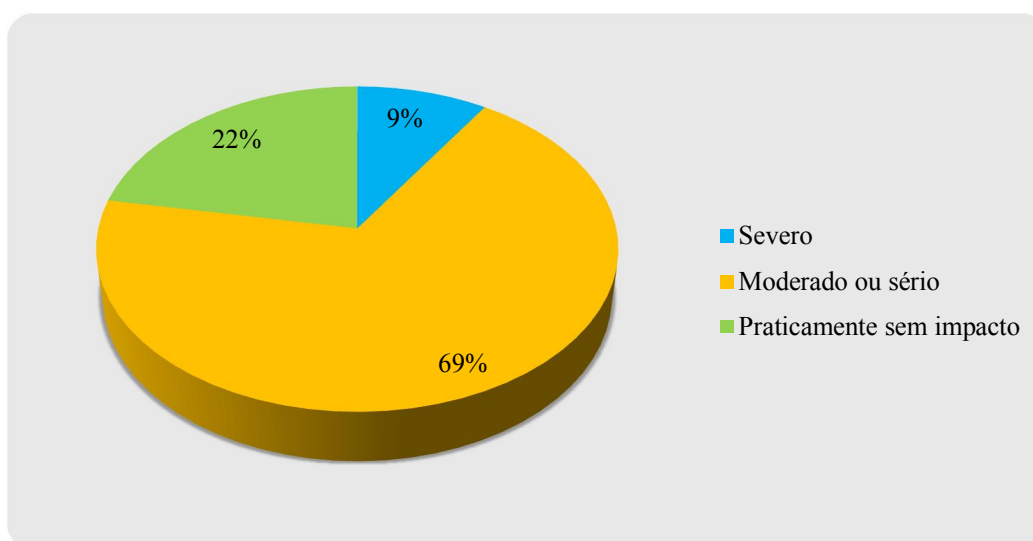


Figura 2.10 - Impacto na qualidade da obra devido a erros e omissões. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

Ainda assim, 94,41% dos erros que não têm impacto no planeamento e 98,73% dos erros que não têm impacto na qualidade, também não têm praticamente impacto nos custos directos da obra.

No Quadro 2.6 e na Figura 2.11 discrimina-se a relação entre a probabilidade dos erros serem identificados sem recorrer ao BIM e as principais causas dos erros. Compreende-se que os itens incompletos ou em falta no projecto são muito provavelmente encontrados pelo profissional ao revê-lo. No entanto, as discrepâncias e especialmente os desenhos ilógicos já são de identificação menos provável.

Quadro 2.6 - Relação entre a probabilidade de detecção de erros e as suas causas. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

| Erros e omissões no projecto                    |        |           |        |
|---|--------|-----------|--------|
| Probabilidade de serem identificados por humano | > 75%  | 25% a 75% | < 25%  |
| Discrepâncias entre diferentes desenhos         | 39,11% | 45,53%    | 15,36% |
| Itens incompletos ou em falta                   | 88,60% | 6,22%     | 5,18%  |
| Desenho ilógico                                 | 39,24% | 32,91%    | 27,85% |

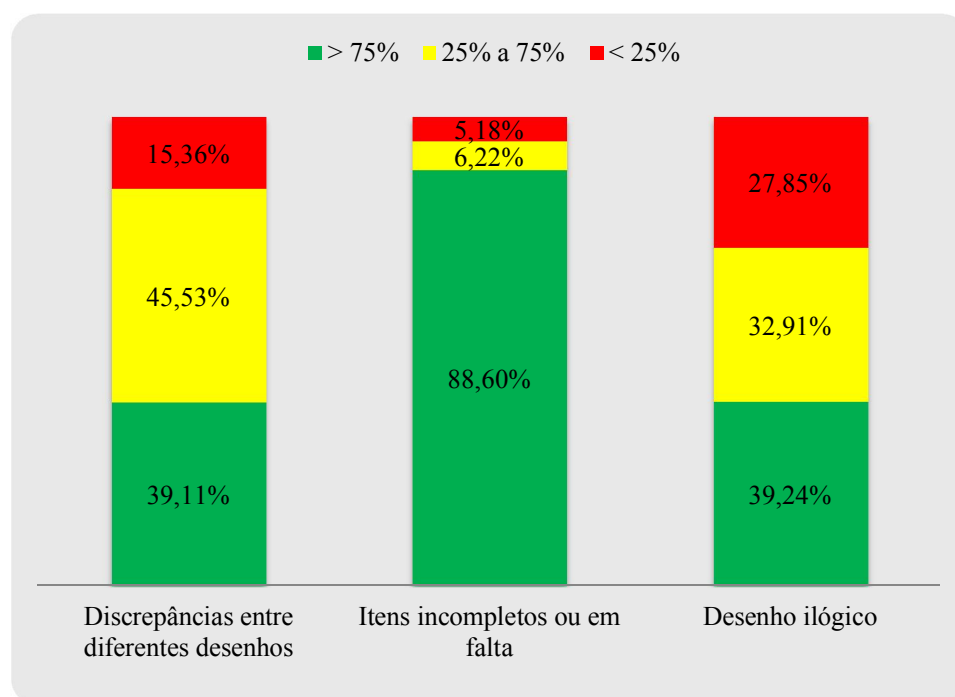


Figura 2.11 - Relação entre a probabilidade de detecção de erros e as suas causas. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

Por fim, no Quadro 2.7 e na Figura 2.12 demonstra-se o impacto nos custos directos da obra causado pelos principais erros e omissões no projecto.

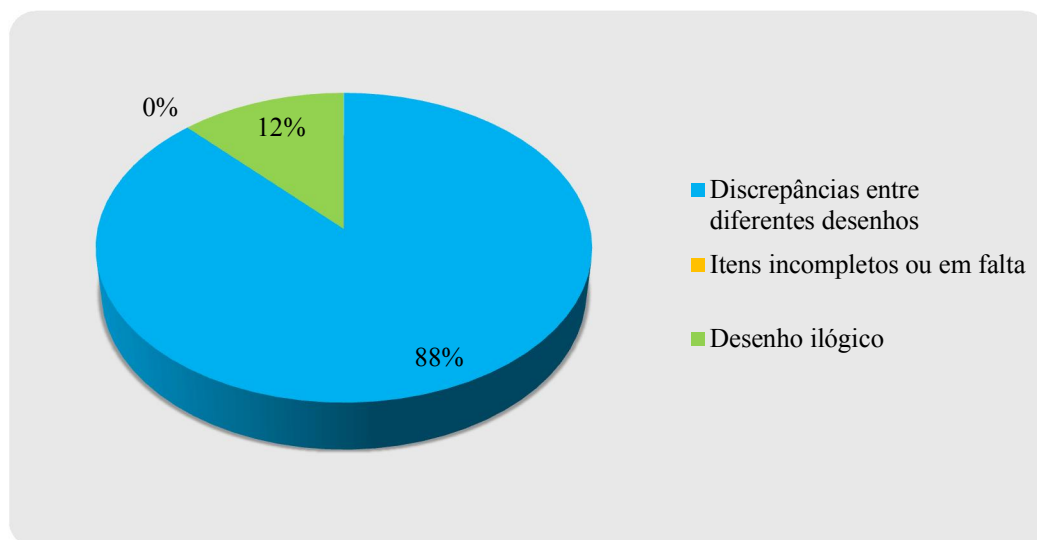
Fazendo uma leitura cuidada das Figura 2.11 e Figura 2.12, fica claro que, apesar de ser provavelmente detectado pelo ser humano, um item incompleto ou em falta não chegaria a ter impacto nos custos directos da obra.

Já um desenho ilógico é o erro que tem menor probabilidade de ser detectado pela revisão de um profissional, sendo que um em cada quatro erros deste tipo tem uma probabilidade bastante reduzida de ser detectado. Apesar disso, tem uma probabilidade baixa de vir a afectar os custos directos da obra.

A discrepância entre desenhos tem pouca probabilidade de ser identificada pelo profissional sem a ajuda do BIM. Acrescido a esse facto, este tipo de erro tem maior probabilidade de chegar a ter impacto nos custos directos da obra.

Quadro 2.7 - Probabilidade de impacto no custo da obra dos principais erros de projecto. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

| Erros e omissões no projecto                      |             |
|---|-------------|
| Probabilidade de impacto directo no custo da obra | Percentagem |
| Discrepâncias entre diferentes desenhos           | 87,86%      |
| Itens incompletos ou em falta                     | 0,01%       |
| Desenho ilógico                                   | 12,13%      |

Figura 2.12 - Impacto no custo da obra dos principais erros de projecto. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

Existe a ideia de que um erro difícil de detectar pode ter um impacto forte no custo da obra. Contrariamente a esta ideia, Lee *et al.* (2012) afirmam que os erros facilmente detectáveis pelo operador são quase quatro (3,86) vezes mais caros que os de difícil detecção. Por outras palavras, deixar passar um erro de detecção óbvia pode um impacto financeiro enorme.

Como ideia a reter importa referir que, de todos os erros que podem facilmente ser detetados sem a ajuda do BIM, 60,32% deles não têm impacto no preço da obra.

Com os dados até agora estudados, Lee *et al.* (2012) propõem dois métodos para cálculo do ROI devido a erros e omissões prevenidos pela utilização do BIM. O primeiro calcula, através da Equação (2.3), o retorno sobre o investimento que o BIM proporciona ao evitar trabalhos repetidos. O índice “*r*” provém da palavra inglesa *rework*.

$$ROI_r = \frac{(\sum_{p=0}^n (d_p \cdot c_p)) \cdot (1 + idc + hoc) - (i + \sum_{q=1}^k (l_q \cdot m_q))}{i + \sum_{q=1}^k (l_q \cdot m_q)} \quad (2.3)$$

Da equação acima obtém-se o retorno. O seu valor, dado pela Equação (2.4) representa o valor economizado pela utilização do BIM para a prevenção de erros e omissões do projecto antes da execução da obra. A primeira parte do produto representa os custos directos que provavelmente são prevenidos. A segunda parte representa o acréscimo dos custos indirectos associados aos custos directos.

$$retorno = \left( \sum_{p=0}^n d_p \cdot c_p \right) \cdot (1 + icd + hoc) \quad (2.4)$$

As variáveis são:

- $d$  estimativa do custo directo potencialmente causado pelo erro,
- $c$  probabilidade do erro não ser identificado pelo humano, recorrendo ao método tradicional baseado em desenhos,
- $p$  número de identificação do erro,
- $n$  número total de erros evitados pelo BIM,
- $icd$  rácio de custos indirectos de primeira ordem,
- $hoc$  rácio de custos indirectos de segunda ordem.

Por sua vez, o investimento é representado pela Equação (2.5). A primeira parte da soma representa os custos de implementação do BIM, sendo que a segunda representa os honorários acrescidos que o BIM implica.

$$investimento = i + \sum_{q=1}^k (l_q \cdot m_q) \quad (2.5)$$

Onde:

- $i$  custo de implementação do sistema onde se inclui o *software*, o *hardware*, a formação e, caso seja necessário, qualquer *outsourcing* a empresas BIM,
- $q$  número de identificação do coordenador BIM,
- $k$  número total de coordenadores BIM,
- $l$  ordenado mensal do coordenador número  $q$ ,
- $m$  total de meses de trabalho do coordenador número  $q$ .

Dos dois métodos para o cálculo do ROI devido a erros e omissões prevenidos pela utilização do BIM, tratou-se até aqui do primeiro, referente à Equação (2.3).

O segundo método, para além de representar o retorno sobre o investimento que o BIM proporciona ao evitar trabalhos repetidos, representa também a potencial poupança adicional devida aos atrasos evitados. Visto que se trata do mesmo investimento, apenas o retorno sofre alterações neste método de cálculo do ROI.

A poupança adicional inerente aos atrasos evitados depende bastante do tipo de obra realizada, pelo que contabilizá-la pode ser bastante complexo. Caso se queira ter em conta o retorno pelos atrasos evitados, deve ser acrescentado à Equação (2.4) o retorno determinado pela Equação (2.6):

$$retorno_{atrasos} = \sum_{j=0}^w (joc_w + bin_w + liq_w) \quad (2.6)$$

Onde:

- $joc_w$  valor dos trabalhos a mais, incluindo custos indirectos de primeira e segunda ordem, por semana de atraso,
- $bin_w$  juros a pagar aos bancos, por semana de atraso,
- $liq_w$  custos pela não rentabilização do empreendimento, por semana de atraso,
- $j$  número de identificação da semana,
- $w$  quantidade total de semanas atrasadas,

Em suma, neste segundo método de cálculo do ROI apresentado na Equação (2.7), é contabilizado o retorno devido aos trabalhos repetidos evitados e o retorno proporcionado pelo cumprimento do planeamento (isto é, por não se atrasar a entrega da obra). O índice “s” provém da expressão inglesa *schedule delay*.

$$ROI_s = \frac{\left( \left( \sum_{p=0}^n (d_p \cdot c_p) \right) \cdot (1 + idc + hoc) + \sum_{j=0}^w (joc_w + bin_w + liq_w) \right) - (i + \sum_{q=1}^k (l_q \cdot m_q))}{i + \sum_{q=1}^k (l_q \cdot m_q)} \quad (2.7)$$

Foram então calculados, através dos dois métodos propostos nas Equações (2.3) e (2.7), os ROI devido a erros e omissões prevenidos pela utilização do BIM, considerando três processos de definição da capacidade humana na detecção de erros e omissões de projecto:

- Admitindo que nenhum erro seria detectado por humanos sem a ajuda do BIM;
- Admitindo as probabilidades estáticas encontradas no Quadro 2.3;

- Utilizando *software* específico para cálculo de probabilidades que permita uma abordagem estatística da capacidade humana na detecção de erros.

Os resultados são apresentados no Quadro 2.8.

Para o ROI de trabalhos repetidos devido a erros e omissões de projecto, a abordagem computacional deu resultados entre 22% e 97%, sendo a média destes resultados de 63%. Por sua vez, a abordagem de probabilidades estáticas, retiradas do Quadro 2.3, tem um valor bastante similar (64%). Na opinião do autor da presente dissertação, desta similitude de resultados será lícito concluir que a abordagem de probabilidades estáticas é uma alternativa bastante viável, precisa e até relativamente rápida de calcular retornos sobre o investimento, sem necessidade de recorrer ao cálculo computacional e a *softwares* específicos.

Quadro 2.8 - ROI evitado por trabalhos repetidos e por atrasos de uma semana e um mês. Adaptado de Lee *et al.* (2012)

| Abordagem   | $ROI_r$  | $ROI_s$     |             |
|---|----------|-------------|-------------|
|   |          | 1 Semana    | 1 Mês       |
| <b>Nenhum erro detectado por humanos</b>                    | 335%     | 486%        | 937%        |
| <b>Probabilidades estáticas: 75%, 50% e 25%</b>             | 64%      | 215%        | 666%        |
| <b>Probabilidades calculadas através de <i>software</i></b> | 22 a 97% | 127% a 247% | 624% a 699% |

Lee *et al.* (2012) concluíram que os custos devidos a atrasos causados por erros e omissões de projecto, em construção civil, têm um impacto bastante mais considerável que os custos por trabalhos repetidos devidos aos mesmos erros e omissões. Evitá-los também traz outros benefícios, tais como menos reclamações, menos processos judiciais e mais qualidade final da obra. Os resultados demonstram ainda a importância que tem a recolha correcta de dados, assim como a abordagem utilizada nos cálculos do ROI.

Neste caso de estudo ficou demonstrado que a utilização do BIM para evitar erros e omissões de projecto tem um retorno positivo sobre o investimento efectuado.

## 2.7. O BIM no mundo

Pelo mundo fora, vários países já tornaram o BIM obrigatório nas suas obras públicas. Uns através de alterações da lei (Singapura, EUA), outros através da criação de orientações e directivas (Finlândia, Noruega), muitos fazendo uso do IFC (Hong Kong, Dinamarca), outros tantos aplicando limites máximos ao custo do empreendimento a partir dos quais o projecto terá que ser executado sobre plataforma BIM (Holanda, Finlândia). Alguns países utilizaram o BIM apenas em projectos-piloto (Austrália, China, Suécia, África do Sul). Há ainda países em que é o sector privado que aposta na implementação do BIM (Emirados Árabes Unidos), alguns até com o intuito principal de exportar os seus serviços (Índia). Existem até governos a implementar o BIM com o objectivo de reduzir emissões de carbono (Reino Unido). A maioria destes países têm em

comum a forte aposta na Investigação e Desenvolvimento (I&D) do BIM como base das suas estratégias para o crescimento (Hui, 2002; Wong *et al.*, 2011; Senate Properties, 2010; Statsbygg, 2011; Wong *et al.*, 2009; Det Digitale Byggeri, 2010; Van Rillaer *et al.*, 2012; WSP Group, 2012; HM Government, 2011).

No dia 22 de Outubro de 2007, em Washington DC, foi assinada uma declaração pública de intenção para a utilização de *standards* abertos em BIM. Esta declaração contou com as assinaturas da norte-americana *U. S. General Services Administration* (GSA), da dinamarquesa *Danish Enterprise and Construction Authority* (DECA), da finlandesa *Senate Properties* e da norueguesa *Statsbygg*.

Na declaração lê-se que o IFC é reconhecido como o melhor exemplo de *standard* BIM. Sendo completo, gratuito e aberto, é do interesse das agências imobiliárias estatais e dos donos de obra públicos suportar o desenvolvimento e a implementação de *standards* de comunicação abertos no sector da construção, por forma a facilitar a utilização das tecnologias de informação que permitam uma colaboração eficiente entre todos os envolvidos no sector da AEC e da *Facilities Management* (FM) (Government Clients of the AEC/FM Industry, 2007).

Com a assinatura da declaração é iniciado um projecto de investigação, colaboração e desenvolvimento em formatos abertos BIM. Sem infringir a legislação de cada um dos países subscritores, serão aplicadas soluções BIM em formatos IFC nas suas obras públicas. Cada um dos países assinantes assegura a produção própria de requerimentos BIM que preconizem a obrigação de *standards* abertos, assim como uma calendarização de implementação dessas normas. A transição para a utilização de IFC em todos os projectos de grande impacto deverá ser realizada num prazo de 2 anos (Government Clients of the AEC/FM Industry, 2007).

O documento fica em aberto no que diz respeito à entrada de assinaturas de novos países interessados. No entanto, não é conhecida pelo autor da presente dissertação a entrada de qualquer outro assinante. É ainda estabelecido o compromisso de uma revisão anual da declaração pública, dada a célere evolução desta tecnologia (Government Clients of the AEC/FM Industry, 2007).

### **2.7.1. Estados Unidos da América**

O NIBS, que foi autorizado pelo Congresso dos Estados Unidos em 1974, transformou-se, quer para o sector público quer para o sector privado, numa fonte de aconselhamento competente, no que diz respeito à utilização da ciência e da tecnologia na construção. Para dar orientação, interpretação e prática uniformizadas para a utilização do BIM, o NIBS iniciou o *National BIM Standard* (NBIMS). Este tem como principais objectivos promover a troca de informações durante toda a vida útil do edifício, promover a definição do conjunto e do formato dos dados obtidos para uma padronização nacional BIM e promover a organização dessa informação para que seja útil, actual e acessível a todos os elementos da indústria da Arquitectura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) (Bazjanac, 2007).



Os Estados Unidos da América não só são pioneiros na tecnologia BIM, como são actualmente os maiores produtores e consumidores de produtos e soluções BIM (Wong *et al.*, 2011).

A principal agência governamental na promoção activa do BIM nos EUA é a GSA. No seu programa 3D-4D BIM a GSA descreve os seguintes objectivos (Wong *et al.*, 2011):

- Estabelecer políticas que adoptem progressivamente o BIM em todos os projectos de grandes dimensões;
- Incentivar a utilização de aplicações-piloto BIM em projectos, tanto no presente como no futuro;
- Providenciar avaliações e apoio especializado para projectos que utilizem tecnologias BIM;
- Avaliar a situação da indústria e identificar o tempo certo para a implementação;
- Avaliar a maturidade da tecnologia BIM;
- Efectuar parcerias com distribuidores BIM, associações profissionais, organizações produtoras de *open-standards*, instituições de investigação e instituições académicas.

A GSA mantém o papel de promoção do BIM através de iniciativas das quais se destacam (Wong *et al.*, 2011):

- Promoção de projectos-piloto em BIM;
- Digitalização de edifícios por laser;
- Obrigatoriedade de projectos e análises em IFC;
- Simulação de população pela tecnologia *avatar*: o modelo BIM é povoado com pessoas electrónicas, munidas de inteligência artificial, capazes de reagir a situações de emergência (*avatars*). Recorrendo a este sistema, são efectuadas simulações e análises;
- Demonstração da eficiência energética de projectos;
- Comunicação da adopção do BIM através do lançamento do *US National BIM standard*;
- Várias colaborações com empresas de programação de *software*;
- Colaboração com parceiros internacionais.

Como pode ser verificado no Quadro 2.9, as autoridades dos Estados Unidos da América ainda não conseguiram chegar a um consenso em relação a *standards* BIM aplicáveis a nível nacional.

Quadro 2.9 - Diferentes entidades e os seus projectos BIM nos E.U.A.. Adaptado de Zhao *et al.* (2009)

| Entidade     | Projecto                            | Tipo                             | Data | Descrição   |
|--------------|-------------------------------------|----------------------------------|------|---|
| <b>GSA</b>   | Programa 3D-4D BIM                  | Guia (7 fascículos)              | 2006 | Um guia "para associados e consultores da GSA que utilizam BIM em projectos de novos empreendimentos ou grandes projectos de reabilitação para a GSA"   |
| <b>NIBS</b>  | <i>National BIM Standard</i>        | Guia (183 páginas)               | 2007 | O NBIMS define <i>standards</i> para trocas de BIM em contextos empresariais críticos. Para isso indica <i>standards</i> a ser implementados por <i>software</i>  |
| <b>USACE</b> | <i>U.S. Army Corps of Engineers</i> | Mapa de implementação            | -    | "O objectivo deste plano foca-se na implementação BIM nos processos empresariais de trabalhos de engenharia e construção militar do USACE. Inclui indicações de como trabalhar com parceiros da indústria da AEC e distribuidores de <i>software</i> "  |
| <b>USCG</b>  | <i>U.S. Coast Guard</i>             | Guias de utilizador e normativas | -    | "O objectivo é desenvolver e manter um <i>standard</i> BIM"   |
| <b>AGC</b>   | <i>Contractor's Guide to BIM</i>    | Guia (48 páginas)                | 2006 | "Este guia tem com intenção ajudar empreiteiros a compreender como se iniciar em BIM"   |
| <b>AIA</b>   | <i>Integrated Project Delivery</i>  | Guia (62 páginas)                | 2007 | "Uma aproximação que integra pessoas, sistemas, estruturas empresariais e boas práticas para um processo de colaboração que assegure a protecção do talento e dos segredos internos de todos os participantes e que optimize os resultados, aumente o valor ao dono de obra, reduza gastos e maximize a eficácia em todas as fases do projecto e da obra" |

### 2.7.2. Singapura

O Memorando de Entendimento que juntou o Governo e a indústria com o objectivo de estabelecer *standards* nacionais para as TIC era dado como um ponto de viragem na indústria da construção em Singapura. Tinha como objectivo principal criar um método comum de tratamento de informações e dados CAD. Foi assinado em 29 de Setembro de 1998 por três conselhos nacionais, oito institutos representativos da Indústria e ainda pela delegação singapurense do IAI (Singapore Government, 2006).

Impulsionada pela *Building and Construction Authority* (BCA), e em colaboração com um conjunto de entidades públicas e privadas, a *Construction and Real Estate Network* (CORENET) tornou-se a principal organização no desenvolvimento e implementação do BIM nas obras públicas singapurenses (Wong *et al.*, 2009). Através do *e-Information System* – um repositório central de normas, regulamentos e circulares – a CORENET agrega toda a informação existente numa única plataforma, acessível de qualquer dispositivo com acesso à internet (Singapore Government, 2011).

Com o intuito de normalizar as especificações existentes ligadas à construção foram ainda criadas as *National Productivity and Quality Specifications* (NPQS), num projecto que contou com a colaboração de várias autoridades e institutos do sector da AEC. Estas especificações formam um *standard* para a indústria e englobam a Arquitectura e as Engenharias: civil, mecânica e electrotécnica. Para todos os requisitos que não estejam previstos no NPQS, os arquitectos e engenheiros dispõem ainda de fichas modelo para preencher essa lacuna: as *Project Specific Data* (PSD).

Para aceder de forma fácil e rápida às NPQS e aos modelos PSD criou-se uma aplicação informática, a *electronic National Productivity and Quality Specifications* (eNPQS). Reúne também todos os trabalhos a mais, erros e omissões (Singapore Government, 2012) e funciona ainda como interface para aceder ao catálogo electrónico que contém especificações técnicas, desenhos técnicos detalhados e referências de materiais, produtos, serviços, mão-de-obra e equipamentos – o *eCatalogue*, da BCA (Singapore Government, 2012).

Assim, num processo cujo primeiro passo foi dado em 1995 pelo Ministério do Desenvolvimento Nacional com a criação da CORENET (Wong *et al.*, 2009), o Governo de Singapura tornou obrigatória a submissão, via internet, da documentação necessária para obter licença de construção, através da legalização da assinatura digital (Hui, 2002). Assim nasceu o *e-Submission System* (eSS), um sistema *Government to Business* (G2B) que permite aos profissionais da indústria a submissão, via internet, de todos os projectos e correspondente documentação às autoridades reguladoras, de forma a obter a aprovação dos mesmos. Como tal, este sistema centraliza a entrega de documentação a dezasseis diferentes autoridades reguladoras numa entrega electrónica única.

De uma maneira cómoda, o estado das submissões e consequentes aprovações pode ser consultado *online* a qualquer momento. Este sistema, para além de ter carácter obrigatório, cobre todos os documentos relacionados com a construção, reparação e manutenção do imóvel durante todo o seu ciclo de vida, bem como licenças e certificados de habitação, de ocupação, de protecção ao fogo, entre outros (Singapore Government, 2008).

Desde 2005, o eSS passou a requerer que todas as propostas fossem submetidas em formato IFC (Mihindu e Arayici, 2009). Desde 25 de Janeiro de 2010, o eSS passou a aceitar formatos proprietários (*Autodesk® Revit™*, *Graphisoft® ArchiCAD™* e *Bentley® Architecture*) para mo-

delos BIM de arquitetura, sendo que os de estruturas e MEP o foram a partir de 1 de Abril de 2011 (Singapore Government, 2009).

Em 2010, a BCA introduziu o BIM *roadmap* cujo objectivo passa pela adopção do BIM em 80% da indústria AEC singapurense, no ano de 2015. Esta proposta faz parte da estratégia governamental para estímulo à produtividade. Espera-se assim aumentar a produtividade da indústria em 25% até 2020. Foi ainda criado o *Center for Construction Information Technology* e um fundo de investimento para a implementação BIM, que suporta 50% do investimento das empresas na sua adopção (Building and Construction Authority, 2011).

### 2.7.3. Noruega

Na Noruega, a *Statsbygg* é a entidade governamental que administra as obras públicas e aconselha o Estado norueguês acerca do sector da construção. É ainda a entidade responsável pela gestão das propriedades estatais norueguesas, que ascendem ao valor total de NOK 28.700.000.000, o correspondente a 3,8 mil milhões de euros (Statsbygg, 2012). Consultando o *website* da *Statsbygg* em língua inglesa torna-se evidente a aposta norueguesa no BIM, dada a constante referência ao mesmo. Pode ainda ser lido no referido *website* que a *Statsbygg* usa o BIM em todos os seus projectos de novos edifícios (Statsbygg, 2012), deixando assim bastante claras as suas linhas de orientação em relação a esta metodologia.

No relatório de objectivos e estratégias para o período de 2011 a 2015, a *Statsbygg* indica como uma das suas cinco estratégias-chave continuar a ser líder na indústria da construção, gestão da construção e manutenção de propriedades, pretendendo ser o paradigma em matéria de ferramentas digitais. Para o conseguir deverá ser pioneira e ter uma perspectiva inovadora e de longo prazo que contribua para o desenvolvimento do sector. O relatório de objectivos e estratégias da *Statsbygg* indica ainda a falta de credibilidade e de reputação do sector como um dos maiores desafios enfrentados e a enfrentar pela indústria (Statsbygg, 2011).

Assim como acontece nos outros países nórdicos, a Noruega dispõe de um manual BIM com indicações normativas genéricas (Wong *et al.*, 2009). Na sua capa lê-se que a *Statsbygg* é membro da *BuildingSMART*. As referências a esta organização são frequentes ao longo do documento (Statsbygg, 2011).

O manual BIM norueguês já vai na sua terceira versão pública. Da versão 1.2 retira-se (Statsbygg, 2011):

- É obrigatória a entrega do projecto em formatos BIM abertos;
- O *software* utilizado pelos projectistas tem necessariamente que suportar importação e exportação em IFC, na sua versão 2x3 ou mais recente;
- Os projectistas têm que declarar, à data de início do projecto, o *software* BIM que utilizam, a sua versão, assim como o IFC que essa versão implementa. Têm ainda

que informar o cliente caso pretendam mudar de *software* ou instalar uma versão mais recente durante o período de projecto;

- Em geral, o formato para entrega é o formato IFC. No entanto, o formato original em que o projecto foi criado (por exemplo: .rvt de *Revit*<sup>TM</sup> ou .pla de *ArchiCAD*<sup>TM</sup>) é de entrega obrigatória ao cliente, juntamente com a biblioteca de objectos em utilização no modelo;
- Cada edifício fisicamente diferenciável terá um único modelo no projecto BIM, e vice-versa;
- No projecto de arquitectura, a utilização do BIM é obrigatória a partir do estudo prévio. Nas restantes fases, e até ao *as built* (projecto final que indica, com toda a precisão, como ficou a construção e que servirá para todo o ciclo de vida do empreendimento), são enumerados os trâmites técnicos BIM específicos de cada uma dessas etapas do projecto;
- O projecto de estruturas será obrigatoriamente modelado em plataformas BIM desde a fase de estudo prévio. Ainda que sem grande precisão, o estudo prévio de estruturas terá que se enquadrar de forma consistente no estudo prévio de arquitectura. No ante-projecto de estruturas já terão que estar modeladas todas as estruturas, incluindo fundações. No projecto de execução terão que estar modeladas as ligações entre a estrutura e as fundações; terão que ser modeladas também todas as ligações estruturais;
- Está prevista, ainda que não seja uma recomendação ou um requisito, a execução, com base nos modelos BIM, de análises energéticas, orçamentos, mapas de quantidades, estimativas de trabalhos de manutenção de instalações, entre outros;
- Os projectos de especialidades deverão ser modelados em BIM. Desde a sua fase de estudo prévio, deverão estar incluídos no modelo todos os equipamentos que possam vir a ter influência nos restantes projectos, quer por potenciais consequências estruturais, quer gerem vibrações ou ruído, ocupem um espaço substancial, etc.;
- O projecto de acústica terá que ser modelado. No entanto o engenheiro acústico deverá definir condições acústicas nos modelos existentes. O mesmo acontece com o projecto de detecção e extinção de incêndios;
- Todos os objectos BIM utilizados terão que ser genéricos, não podendo ser mencionadas marcas ou modelos;
- É recomendado que o empreiteiro adjudicatário receba o projecto final no formato IFC. Se este continua a utilizar ou não a plataforma BIM ainda não é previsto no documento. Ainda assim, é recomendado que o empreiteiro forneça informa-

ção à equipa de projectos, para que o modelo BIM final seja actualizado com as marcas e modelos utilizados, assim como alterações entretanto sofridas pelo projecto. No final da obra deverá haver um modelo BIM *as built*;

- Há ainda vários requerimentos obrigatórios e recomendações técnicas que tornam este manual BIM um documento bastante completo.

É ainda previsto que este manual sirva como base legal para projectos de outros donos de obra. Neste caso, o documento pode ser utilizado como um todo ou apenas em partes. Para esse fim existem tabelas-padrão de simples preenchimento, para que possa ser seleccionado apenas os pontos específicos requeridos pelo dono de obra (Statsbygg, 2011).

Na sua primeira versão, o manual foi preparado em coordenação com o *standard* norte-americano NBIMS (Wong *et al.*, 2009).

A aposta em I&D norueguesa é bastante forte e conta com entidades como a universidade *Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet*, a *BuildingSMART* e o SINTEF, que é dado como o instituto de investigação líder na área do BIM na Noruega (Wong *et al.*, 2009).

#### **2.7.4. Dinamarca**

Desde 1 de Janeiro de 2007, todos os projectos acima dos 40.000.000 DKK ( $\approx$  5.400.000 €) requerem a utilização da *Digital Construction* (Møller, 2007). A iniciativa do Governo dinamarquês aplica-se a qualquer projecto que seja subsidiado pelo Estado em 50% ou mais (buildingSMART, 2011). Sob a alçada do *The Implementation Network for Digital Construction*, esta iniciativa inclui especificações acerca do uso de IFC e BIM (buildingSMART, 2011) e tem como missão aumentar e melhorar a partilha de conhecimentos e de informação entre todas as partes envolvidas no sector da construção (Det Digitale Byggeri, 2010).

Com o objectivo de aumentar a eficiência dos projectos de construção, a iniciativa promove o uso de ferramentas TIC como meio de dinamizar todo processo, desde a primeira ideia até ao fim do ciclo de vida da obra, sem paragens nem perdas de informação. As diferentes empresas envolvidas no empreendimento são obrigadas a utilizar os mesmos dados e os mesmos modelos em todas as fases da construção. Ao fazer com que todas falem e compreendam a mesma linguagem, evita-se as faltas de comunicação, os defeitos e os atrasos (Det Digitale Byggeri, 2010).

Numa introdução do *Digital Construction* disponibilizada em inglês pode ler-se que (Det Digitale Byggeri, 2010):

- Há requerimentos base, que são aplicados para projectos acima dos 3.000.000 DKK ( $\approx$  400.000 €);
- Para projectos com um custo total acima de 20.000.000 DKK ( $\approx$  2.700.000 €) são impostos requisitos mais completos e complexos;

- O anúncio de concurso, a entrega das propostas e a adjudicação são efectuados via internet (obrigatório desde 2009):
  - O anúncio de concurso é colocado *online*, assim como todos os documentos que o acompanham. O mapa de quantidades tem obrigatoriamente que constar no anúncio do concurso;
  - As entregas de propostas são efectuadas através de um portal *online* próprio para esse fim;
  - A adjudicação é efectuada nesse mesmo portal. Simultaneamente, o dono de obra deverá tornar públicas todas as propostas que recebeu.
- Modelos 3D:
  - A entrega de visualizações e simulações em 3D que demonstrem as qualidades técnicas e de desenho das propostas é obrigatória para projectos que excedam os 20.000.000 DKK ( $\approx 2.700.000$  €). O mesmo é recomendado para os restantes projectos;
  - A menos que se demonstre que não é compensatório, todos os projectos acima dos 20.000.000 DKK ( $\approx 2.700.000$  €) têm que ser modelados BIM. O modelo terá que ser suficientemente completo para dele retirar mapas de quantidades. O dono de obra poderá mandar executar simulações nos modelos BIM;
  - O dono de obra deverá indicar, em cada projecto individual e para cada uma das suas fases, quais os níveis de informação a dar à biblioteca de objectos;
  - Os projectos deverão ser partilhados em formato IFC, a menos que acordado noutro formato.
- *Project web*:
  - O conceito *project web* é, no entender do autor da presente dissertação, um sítio na internet próprio e de acesso restrito às entidades envolvidas no projecto;
  - Todos os documentos relacionados com o empreendimento (dados, desenhos, modelos, especificações, etc.) devem ser partilhados via *project web*;
  - Todas as partes envolvidas no projecto deverão agir em conformidade e dentro de um código de conduta de cooperação e de confidencialidade de dados;
  - O empreiteiro deverá ter acesso ao *project web* em obra. Deverá haver um “contentor digital” que terá acesso ao *project web* e capacidade para

- imprimir em A3. Os projectistas deverão adaptar os seus desenhos a este fim;
- Os modelos BIM e possíveis ficheiros CAD deverão ser fornecidos ao empreiteiro.
- Entrega electrónica de dados para manutenção, operação e ciclo de vida (obrigatória desde 2009):
  - Para projectos acima de 15.000.000 DKK ( $\approx$  2.000.000 €), a informação pedida pelo dono de obra é de entrega obrigatória, desde que seja para fins operacionais ou de manutenção durante o ciclo de vida da obra;
  - O dono de obra tem a possibilidade de escolher a empresa que deverá corrigir e entregar electronicamente esses dados;
  - O dono de obra escolhe como é efectuada a entrega electrónica da informação:
    - Em formato XML ligado aos respectivos documentos;
    - Em modelo 3D;
    - Directamente em programas específicos de gestão de instalações.

A aplicação da *Digital Construction* foi alargada em 2008, deixando de ser apenas para construções novas e passando a ser aplicada também a projectos de reabilitação, remodelação e ampliação (Det Digitale Byggeri, 2010).

A iniciativa *Digital Construction* tem ainda o mérito de promover *workshops*, assim como trocas de experiências e outras actividades de treino (Det Digitale Byggeri, 2010).

Em Junho de 2011, o Parlamento dinamarquês decidiu estender o carácter obrigatório do BIM a todos os projectos locais ou regionais que custem acima de 20.000.000 DKK, o equivalente a 2.700.000 € aproximadamente. Os projectos efectuados pelo Governo central terão um limite inferior, fixando-se nos 5.000.000 DKK, o que representa cerca de 670.000 € (buildingSMART, 2011).

Na Dinamarca, a instituição cujos desenvolvimentos em BIM assumiram maior relevância é a Rambøll (Wong *et al.*, 2009).

### **2.7.5. Finlândia**

O Governo Finlandês utilizou, desde 2001, uma série de projectos-piloto para estudar e desenvolver a utilização de modelos BIM (Senate Properties, 2010). Mas a verdadeira implementação dar-se-ia a 1 de Outubro de 2007, altura em que o Estado, através do *Senaatti-kiinteistöt* – também chamado de *Senate Properties* – passou a exigir a entrega de todos os projectos utilizando modelos dentro do *standard IFC*.

Com o intuito de consumir positivamente a implementação foi escrito o *Senate Properties: BIM Requirements 2007*. Trata-se de um guia bastante detalhado, composto por nove volu-



mes, elaborado em co-autoria entre duas empresas nacionais de soluções informáticas BIM e o VTT *Technical Research Centre of Finland* (Senate Properties, 2007) - conhecido como sendo o centro tecnológico de investigação com a maior e mais antiga ligação à área do BIM na Finlândia (Wong *et al.*, 2009). O VTT é auto-financiado, sem fins lucrativos e trabalha sob alçada do Governo finlandês, através do Ministério das Finanças (Senaatti-kiinteistöt, 2010). Desenvolve investigação em áreas relacionadas com o BIM desde o fim dos anos oitenta (Wong *et al.*, 2009).

Em obras públicas, as alterações impostas pelo documento anteriormente referido, também chamado de *BIM guidelines*, são (Senate Properties, 2007):

- Universo de aplicação:
  - Numa primeira fase, o BIM será obrigatório em todos os projectos de valor superior a 2M€, a menos que se prove a inexistência de vantagem na utilização do BIM. A obrigatoriedade será apenas apontada a algumas disciplinas/especialidades.
- *Software*:
  - Todo o *software* de projecto utilizado deve estar de acordo com a certificação IFC 2x3. Em casos excepcionais, e perante justificação, poderá ser aceite projectos com a certificação IFC 2x2;
  - Nas suas propostas, os projectistas terão que indicar qual o *software* de modelação que estão a utilizar e a versão de IFC que suporta.
- Concurso:
  - As plantas de localização serão entregues em modelo BIM. Os requisitos de projecto poderão ser efectuados sobre uma plataforma BIM. Os requisitos legais de implementação não terão suporte BIM;
  - Na entrega do estudo prévio, todos os modelos espaciais, visuais e de custo (baseados em áreas e volumes) deverão ser apresentados em formatos BIM. Simulações energéticas, estruturais e de AVAC poderão ser requisitadas em BIM, não sendo, no entanto, obrigatório;
  - A comparação dos estudos prévios, assim como a decisão do estudo a seguir para ante-projecto serão efectuadas sobre plataformas BIM, pelo *Senate Properties*;
  - Na fase de ante-projecto, o ante-projecto de arquitectura, o orçamento (retirado do modelo BIM) e os demais elementos espaciais e visuais serão de entrega obrigatória em plataformas BIM;
  - Os ante-projectos de especialidades, assim como a sua junção num único modelo e identificação de conflitos entre si mesmos, poderão ou não ser requisitados em plataformas BIM;

- A aprovação dos ante-projectos, por parte do *Senate Properties*, acontecerá sobre premissas BIM.
- Obra:
  - Sempre que o dono de obra julgar necessário, o empreiteiro geral poderá ser obrigado a operar sobre plataformas BIM, na fase de construção, e, no final, a deixar nas mesmas plataformas documentação e projectos como modelos *as built* e manuais de manutenção;
  - O responsável pelo projecto – ou, caso haja, o gestor de informações do projecto – tem que dominar completamente os princípios do BIM.
- Interoperabilidade:
  - Toda a troca de modelos BIM deverá ser efectuada em dois formatos: o formato nativo do *software* utilizado e o formato IFC;
  - Todos os projectos finais deverão ser entregues em suporte CD ou DVD e devem incluir todas as bibliotecas de objectos utilizadas no modelo. Questões legais, como direitos de autor, deverão ser resolvidas contratualmente mas garantindo sempre que o cliente fica com um modelo funcional e que permita futuras reparações e manutenção.
- Unidades e Sistemas de coordenadas:
  - Nos modelos, a unidade de comprimento será, obrigatoriamente, o milímetro;
  - As plantas de implementação utilizarão, obrigatoriamente, o sistema de coordenadas oficial vigente no Município;
  - Cada edifício de um complexo deverá ser entregue em modelos independentes.
- Responsabilidades:
  - O gestor do projecto, a apontar pelo dono de obra, é responsável pela coordenação da informação e por garantir que as premissas da metodologia BIM estão a ser respeitadas;
  - Todas as alterações de projecto terão que ser documentadas nas especificações BIM, onde qualquer uma das partes envolvidas no projecto possa aceder às mesmas. Quem falhar nesta documentação de alterações será responsabilizado pelas consequências provenientes da falha documental;
  - Em caso de alterações, o projectista principal é responsável pela integração dos projectos de especialidade no modelo BIM.

Estes requisitos para obras públicas na Finlândia serão desenvolvidos e acrescentados caso haja necessidade de mais informação e especificidades por parte do dono de obra, avanços nas aplicações informáticas associadas ao BIM ou a oferta do mercado aumente, tanto em empresas como em serviços e especialistas em BIM (Senate Properties, 2010).

Através de um inquérito realizado em 2007, concluiu-se que 33% dos projectos realizados na Finlândia utilizava BIM ou IFC aplicado a plataformas BIM (Kiviniemi *et al.*, 2008) *apud* (Wong *et al.*, 2009). Observou-se ainda que 93% das firmas de arquitectura e quase 60% dos gabinetes de engenharia utilizavam BIM em alguns dos seus projectos, ou em partes dos mesmos (Kiviniemi *et al.*, 2008) *apud* (Wong *et al.*, 2009).

No sector privado, a empresa *Skanska Oy*, a agência para inovação e tecnologia *Tekes* e a Associação Finlandesa de Empreiteiros estão a investir em I&D focados na implementação da metodologia BIM (Wong *et al.*, 2009). Estão ainda a influenciar o mercado a seguir os seus passos, fazendo com que haja mais investimento em I&D.

#### 2.7.6. Holanda

Na Holanda o BIM passou a ser exigido nos projectos do Governo central a partir de Novembro de 2011. Assim, todos os contratos cujo valor seja superior a 10.000.000 € são desenvolvidos sobre modelos BIM (buildingSMART, 2011).

De facto, em Novembro de 2011 foi publicado o *Rijksgebouwendienst BouwwerkInformatieModel Norm*. Trata-se de um *standard* que reflecte os requisitos BIM do Governo. O autor do presente trabalho manteve-se em contacto directo com os autores da norma e em Julho de 2012 teve acesso à sua versão inglesa, chamada *Rijksgebouwendienst Building Information Model Standard (Rgd BIM Standard)*. O documento descreve as especificações para a documentação e para os ficheiros, assim como todos os produtos derivados de uma extracção do BIM (Van Rillaer *et al.*, 2012).

No sentido de garantir coerência entre extracções BIM, a norma descreve os requisitos do Governo para a entrega destas. Por extracções BIM entende-se todos os derivados de uma exportação do BIM, para possíveis entregas ou trocas entre os actores, sejam esses derivados modelos IFC, desenhos CAD, medições, cálculos, mapas de quantidades, etc.. É estabelecido que as equipas responsáveis pela entrega dos trabalhos são responsáveis pela validade técnica das extracções, isto é, pelo cumprimento dos requisitos técnicos do *Rgd BIM Standard*, assim como pela validade dos conteúdos das mesmas (Van Rillaer *et al.*, 2012).

No documento não existem requisitos sobre aplicações BIM proprietárias. No entanto, essas aplicações devem ser adequadas para a obtenção das extracções BIM dentro dos padrões da norma, de forma correcta, simples e eficiente. É requisito obrigatório que a entrega seja efectuada em IFC (versão 2x3 TC1 ou superior). O modelo de arquitectura é dado como a referência para todos os modelos a ser coordenados no BIM (Van Rillaer *et al.*, 2012).

Do ponto de vista normativo, a obra é bastante explícita. Aponta questões como (Van Rillaer *et al.*, 2012):

- As extracções, como por exemplo modelos IFC e desenhos CAD, são mutuamente coordenadas: apesar de serem diferentes exportações do modelo BIM, estes documentos não podem ser “desligados” do modelo original, para que se mantenham em coordenação com ele;
- As entidades do modelo têm obrigatoriamente que ser utilizadas para o fim com que foram criadas: uma parede é um objecto parede assim como uma entidade de texto é uma entidade de texto. Não serão aceites alterações a estes pressupostos (exemplo: criar um tecto utilizando um objecto parede);
- No mundo real não existem dois objectos iguais a ocupar o mesmo espaço, ao mesmo tempo. Como tal, a existência de duplicados no modelo serão considerados negligência, mesmo que sejam duplicados de diferentes especialidades;
- Intersecções e sobreposições, ainda que parciais, não são permitidas (exemplo: a zona de intersecção de duas paredes não pode ter sobreposições);
- Uma unidade de modelo equivale a um milímetro. Arredondamentos serão aceites conforme as convenções existentes à data;
- O formato oficial de entrega é IFC na sua versão 2x3 TC1, sendo permitido ao modelo ter mais informação do que aquela que é pedida no *standard*;
- O que não for mencionado no *Rgd BIM Standard* terá que estar de acordo com a especificação para IFC da buildingSMART;
- Os desenhos em CAD extraídos do modelo BIM devem estar de acordo com as normas nacionais para CAD, a menos que dito em contrário no *Rgd BIM Standard*;
- Os desenhos e a sua documentação adjacente serão entregues em formatos DWG e PDF, respectivamente;
- Sejam modelos, desenhos ou documentação, todas as entregas devem ter, pelo menos, dois tipos: *as designed* e *as built* ou *as maintained*;
- Todas as entregas devem incluir:
  - Ficheiro IFC e ficheiro proprietário original, isto é, em que foi modelado;
  - Documentação, em DOCX ou ODF, com a descrição das escolhas de modelação e de convenções (caso sejam necessárias);
  - Instruções para reproduzir de forma eficiente todas as extracções do modelo BIM;

- Informações detalhadas do *software* BIM e do sistema utilizados contendo, pelo menos, o nome e a versão do *software* e o nome e versão do sistema operativo;
- Uma lista, em formato XLS ou ODS, que discrimine a organização e estruturação das pastas utilizadas na entrega digital e os ficheiros que estas contêm. Estes ficheiros devem ter detalhados os nomes, os formatos, as versões dos formatos e uma breve descrição dos seus conteúdos.

O Governo holandês criou ainda uma apresentação contendo as obrigações BIM chamada “*Government Buildings Agency mandates BIM*”. Nele pode ler-se que nos últimos anos a utilização do BIM por parte de empresas de construção, gabinetes de projectistas, assim como outras empresas do sector, tem vindo a aumentar fortemente. No entanto essa utilização ainda não é corrente, sendo que normalmente acontece apenas no seio das empresas e não nas relações entre elas (Rijksgebouwendienst, 2012).

As motivações do Governo para implementar o BIM prendem-se com a necessidade de ter controlo sobre os seus edifícios, assim como sobre o conjunto do edificado (que totaliza 7.000.000 m<sup>2</sup>) e ainda com a redução da ineficiência existente, especialmente nas fases de manutenção e operação (Rijksgebouwendienst, 2012).

Os requisitos gerais do *standard* são que todos os elementos físicos e espaciais sejam modelados, que as especificações funcionais sejam introduzidas no modelo e que todos os documentos e informações requisitados sejam extraídos do modelo. As empresas podem escolher a aplicação que utilizam, assim como o formato do ficheiro BIM, não obstante deverem ser extraídos do modelo ficheiros para entrega em formatos DWG e IFC. Os ficheiros nativos BIM também devem ser disponibilizados (Rijksgebouwendienst, 2012).

Todas as alterações efectuadas ao empreendimento devem ser representadas no modelo. Os documentos extraídos do modelo devem estar sempre actualizados. Os ficheiros entregues são sujeitos a monitorização e utilizados também para fins de pagamentos (Rijksgebouwendienst, 2012).

Presentemente, a cultura de troca de informação ainda é maioritariamente baseada em entregas únicas em papel. O desafio trazido pelo BIM está na mudança de comportamentos para troca de informação e gestão permanente em formatos digitais (Rijksgebouwendienst, 2012).

Outro desafio a superar será o de ultrapassar as faltas de informação verificadas em projectos antigos, as suas inconsistências e até os casos em que, existindo informação, esta não é fiável. A solução passa pela interpretação eficiente e consistente da documentação que existe, assim como pela correcta execução de verificações e medições técnicas *in situ* (Rijksgebouwendienst, 2012).

A primeira prioridade do *Rgd BIM Standard* é fazer com que a mudança para BIM realmente funcione. A norma está sujeita a versões melhoradas consoante a experiência prática o

pedir. A *Rijksgebouwendienst* irá fiscalizar e monitorizar se o BIM está realmente a ser utilizado em todas as fases, desde a concepção até à manutenção e operação (*Rijksgebouwendienst*, 2012).

### 2.7.7. Reino Unido

Em Novembro de 2010, o relatório governamental *Low Carbon Construction* recomendou a utilização do BIM como forma de reduzir custos e encorajar uma colaboração transparente, em detrimento de uma concorrência destrutiva. De forma colaborativa, dever-se-iam identificar os obstáculos à adopção global e o modo como os mesmos poderiam ser ultrapassados. A recomendação admitiu que fosse utilizado um tecto de £50.000.000 ( $\approx$  57.500.000€) a partir do qual deveria ser utilizado o BIM nas obras do Governo central. (HM Government, 2010).

Em Fevereiro de 2011, Paul Morrell, *Chief Construction Advisor* do Governo do Reino Unido, anunciou publicamente que o BIM seria obrigatório em empreendimentos sujeitos a concursos públicos. O patamar proposto foi aquele que havia sido recomendado no *Low Carbon Construction* (Fulcher, 2011).

Em Março é lançado o relatório *A report for the Government Construction Client Group*. Este propõe as seguintes recomendações (Cabinet Office BIM Task Group, 2011):

- Não alterar a complexidade e a competitividade da indústria: o mercado da indústria da construção do Reino Unido tem a sua maturidade e deve ter a oportunidade de responder convenientemente às medidas, sem ser forçado;
- Ser concreto e específico acerca do que é pedido à indústria, uma vez que esta só concretiza o que lhe é pedido;
- Utilizar activamente os objectivos que são pedidos à indústria: a informação que lhe é pedida deve ser utilizada para a tomada de decisões, para que não haja dúvidas quanto à importância dessa informação;
- Criar uma estrutura de suporte apropriada: é necessário investir numa estrutura de suporte para apoiar o processo;
- Dar passos progressivamente: durante os cinco anos de transição é necessário implementar progressivamente as medidas propostas para permitir uma adopção efectiva e que haja naturalidade nas mudanças tecnológicas, legais, educacionais e culturais que se avizinham;
- Haver um objectivo claro para a transição: propõe-se que a segunda etapa da maturidade da implementação BIM (ver Capítulo 2.5) seja o objectivo a alcançar em 2016;
- O Governo deve empenhar-se formalmente na transição, comunicando-a internamente mas também à indústria.

Conclui-se que o Governo, enquanto cliente, pode motivar melhorias significativas no sector através do uso de informação aberta e partilhada (Cabinet Office BIM Task Group, 2011).

Em Maio de 2011, o *Chief Construction Advisor* declarou que o tecto anteriormente definido era pouco ambicioso e mudou a fasquia de utilização obrigatória do BIM para os investimentos públicos superiores a £5.000.000 ( $\approx$  5.750.000 €) (Fulcher, 2011). Ainda durante esse mês foi publicado o *Government Construction Strategy*, onde o BIM é indicado como objectivo estratégico do Estado britânico, e onde se anuncia a equipa que irá coordenar os esforços para a sua implementação. É indicado que o planeamento da implementação deve ser criado até Julho de 2011 (Cabinet Office, 2011).

Em Junho de 2011, Paul Morrell definiu 2016 como o ano em que o BIM se tornará obrigatório para todos os concursos públicos no Reino Unido, sendo que a transição será realizada de forma progressiva, com descidas anuais dos limites mínimos para a obrigatoriedade. As únicas excepções serão aquelas em que a utilização do BIM torne o projecto mais caro. O ano de 2016 será ainda a data em que o Governo Britânico exigirá a utilização de BIM na segunda etapa de maturidade da implementação (McAuley *et al.*, 2012).

Em Abril de 2012 terá sido criado o *National Careers Service* com o objectivo de orientar, emitir recomendações e informar o corpo empresarial britânico sobre os *upskills* necessários para a implementação das medidas impostas. O Estado vai ainda certificar-se que serão efectuadas as mudanças necessárias no sistema de educação para que acompanhe essas necessidades (HM Government, 2011).

Assim, em 2016 vai ser legalmente implementado o BIM no Reino Unido. Esta estratégia foi justificada pelos resultados de um relatório do Governo do Reino Unido em que ficou demonstrado que a nação não reavê o valor real total que paga no sector público da construção, isto é, que o Estado paga um valor superior ao valor real do bem que recebe. Assim, esta estratégia procura tornar o dono de obra público num cliente melhor e mais informado, ao mesmo tempo que substitui uma cultura de concorrência por uma cultura de colaboração (McAuley *et al.*, 2012).

É de prever que a implementação do BIM como plataforma obrigatória nas obras públicas no Reino Unido seja a que maior influência venha a ter em Portugal.





### **3. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CONDICIONANTES**

Neste capítulo é determinado, analisado e discutido o impacto das condicionantes no sucesso da implementação do BIM, bem como as suas interacções.

#### **3.1. Definição das condicionantes**

Com base na análise e revisão bibliográfica, são aqui seleccionados os factores que podem condicionar o sucesso da implementação do BIM e definido o que se entende por cada um deles.

##### **3.1.1. Política**

A vontade política é determinante em qualquer implementação. Está na mão dos dirigentes do país promover a alteração da legislação e a preparação de cenários, assim como assegurar o seguimento prático e o cumprimento da decisão política: a implementação.

##### **3.1.2. Social**

A implementação do BIM como plataforma obrigatória num país terá impactos na sociedade: deve ser previsto o possível aumento do desemprego nalgumas classes profissionais do sector (Sacks e Barak, 2008) e evitado tanto quanto possível, através da reabilitação desses profissionais e de medidas para estimular a protecção social.

##### **3.1.3. Cultural**

Os aspectos culturais e os hábitos são factores de peso sempre que há alterações na legislação do sector, nomeadamente nos processos de contratação pública. Estando com a implementação BIM perante alterações de grande importância, o modo de aplicar as mudanças deve ser ajustado à cultura vigente, quer se trate da cultura nacional, sectorial ou empresarial.

##### **3.1.4. Financeira**

Não raras vezes, a preocupação exclusivamente financeira constitui o maior obstáculo colocado pelas empresas a uma implementação BIM, o que poderá levar o Governo a criar sistemas de incentivos financeiros às empresas. Porém, a aplicação indiscriminada de incentivos pode inviabilizar o retorno do investimento económico do Estado.

##### **3.1.5. Económica**

Dada a actual conjuntura económico-financeira do país, não se espera que haja por parte do Estado investimentos económicos significativos no sector da construção. Este facto pode ditar o insucesso na efectividade da implementação.

### **3.1.6. Operacional**

Durante a implementação de uma nova tecnologia, os processos operacionais dentro das empresas sofrem necessariamente alterações profundas. O sucesso da implementação BIM pode depender da preparação e posterior reacção a essas alterações.

### **3.1.7. Comercial**

O BIM promete mudar o processo comercial do sector, bem como a sua produtividade. Torna-se essencial estudar a sua implementação para compreender como é que essa mudança irá condicionar a indústria.

### **3.1.8. Educacional**

A academia, enquanto entidade de referência na investigação e desenvolvimento do BIM, terá um papel fundamental na implementação. Serão no entanto necessárias alterações no sistema de ensino para que estas matérias passem a fazer parte dos curricula académicos e profissionais.

### **3.1.9. Técnica**

A condicionante técnica acarreta alterações às normas, aos regulamentos, à legislação e inclui questões como *copyright*, direito e deveres, seguros, etc.. Todos estes aspectos serão condicionados pela implementação BIM. Por outro lado, o desenvolvimento técnico dos *softwares* existentes e das suas potencialidades também influenciam o sucesso da implementação.

## **3.2. Relevância das condicionantes**

Apesar do estudo ter como âmbito de aplicação todos os países que queiram implementar o BIM como plataforma nas suas obras públicas, nas duas próximas secções irá estudar-se o panorama português.

### **3.2.1. Política**

O Governo Português terá um papel fundamental na implementação em larga escala do BIM, pelo facto de ser o maior dono de obra do país. Tal como se tem verificado em vários países no mundo (Reino Unido, Suécia, Noruega, Finlândia, Singapura, Holanda, Dinamarca, etc.), o Governo Português pode influenciar de forma decisiva o sucesso da implementação através da exigência de entregas em plataformas BIM nas obras públicas em Portugal.

É importante para isso pensar a médio prazo e não permitir que a desfavorável conjuntura económica que o país vive defina, só por si, as estratégias a adoptar. Acima de tudo torna-se importante não deixar que as necessidades de resultados políticos inerentes aos ciclos de vida da democracia (geralmente quadrienais) afectem ou mesmo impeçam a implementação. A mudança de paradigma que a introdução do BIM promove no sector exige mais do que quatro anos para dar resultados (de la Cruz *et al.*, 2008).

A tarefa do Governo não será simples. Adivinham-se pressões dos agentes do sector sobre os legisladores, ou não fosse este o sector com maior tendência para exercer influência sobre a legislação. Há, contudo, que ter a coragem de pensar a médio prazo e compreender que este tipo de influência perniciosa pode distorcer as prioridades nos investimentos e até reduzir-lhes a viabilidade económica (Riano e Hodness, 2008).

### **3.2.2. Social**

É particularmente importante que as questões sociais sejam estudadas e acauteladas, para que não haja aversão social às medidas impostas. Se é verdade que elas podem trazer benefícios a algumas categorias profissionais (engenheiros e engenheiros técnicos), já o mesmo se não pode dizer da classe dos desenhadores técnicos, onde o desemprego aumentará (Sacks e Barak, 2008).

Também engenheiros e arquitectos de faixas etárias mais avançadas, para quem a interacção com a informática poderá ser mais adversa, poderão ser afectados negativamente.

Os engenheiros com grau de qualificação E1 (licenciados de Bolonha) serão eventualmente os mais beneficiados com a implementação, uma vez que, tendo competências académicas suficientes para modelar, auferem salários em regra inferiores aos dos engenheiros. Ainda assim deverá haver uma subida nos níveis de emprego dos engenheiros civis em geral.

Dado que o sector tem que evoluir para se manter competitivo, estes pontos negativos devem ser contornados por forma a não tirar mérito à implementação. Devem ser estudadas alternativas, como a formação, para aqueles que possam ser prejudicados com a implementação, sejam eles desenhadores técnicos ou profissionais no sector com mais inércia à mudança.

Com este tipo de implementação é provável que sejam criadas novas profissões. Na universidade de Salford, no Reino Unido, já existe um mestrado para gestor BIM (University of Salford Manchester, 2011). Este gestor será o responsável pela viabilidade e bom uso do BIM num projecto. Outras previsíveis profissões proeminentes são a de modelador estrutural e de engenheiro modelador (Sacks e Barak, 2008).

### **3.2.3. Cultural**

Tradicionalmente, a cultura portuguesa tende a ser adversa à novidade. Reflexo desta, a cultura vigente no sector segue a mesma tendência. De facto, prevê-se pouca receptividade das empresas do sector à normalização. Por esta razão, uma mudança deste género terá que ser não só legislada como incentivada.

Mesmo os países anglo-saxónicos e escandinavos, que têm por hábito propor reformas do sector público através de estratégias flexíveis, optaram por impor o BIM por via legislativa.

O Governo deve calendarizar a chegada das empresas à segunda etapa de maturidade da implementação BIM, etapa a partir da qual os agentes envolvidos no processo começam a ter percepção das potencialidades da utilização do BIM (Succar, 2009). O ritmo de chegada a esse

patamar pode ser decisivo para a implementação, pelo que não deve ser precipitado, para evitar criar aversões, mas também não pode ser demasiado arrastado, sob pena de perder assertividade.

Deve ser divulgada informação às empresas através dos canais apropriados (*media* da especialidade, associações, ordens, etc.) para não deixar que empresas com culturas passivas e pouco competitivas fiquem para trás, atrasando assim a implementação. No entanto, condutas demasiado agressivas também devem ser acauteladas, para não deixar que empresas com menos capacidade de mudança fiquem desfavorecidas.

Em qualquer dos casos, as medidas governamentais poderão ter um papel decisivo nesta matéria, garantindo a mudança das culturas de forma progressiva, estável e sem percalços.

#### **3.2.4. Financeira**

Índices de análise de rentabilidade são factores preponderantes para a adopção de uma tecnologia, o que resulta na frequente preocupação exclusivamente financeira por parte das empresas, aquando de uma implementação BIM.

Lee et al. (2012) demonstraram que, com a utilização do BIM, o ROI é positivo apenas pela detecção de colisões que não seriam detectadas por um profissional. Já Sacks e Barak (2008) concluíram que, com a poupança obtida pela utilização do BIM, um gabinete de projectistas de estruturas poderá pagar o investimento feito com a implementação ao terceiro ano de utilização e, daí em diante, ter lucros operacionais maiores do que aqueles que teria sem BIM.

Existem ainda medidas de carácter financeiro que poderão facilitar a adopção do BIM. Por exemplo, no Reino Unido, a *Royal Institute of British Architects* (RIBA) negociou activamente com distribuidores de *software* e empresas de formação, por forma a conseguir pacotes mais acessíveis. Estes pacotes incluem *hardware*, *software*, licenças e formação (Klettner, 2011).

Este tipo de medidas pode ser acautelado pelo Estado, facilitando a aceitação da implementação. Incentivos fiscais podem ser também uma forma de facilitar a implementação em PME's, por forma a nivelar mais as hipóteses comerciais das empresas de menor dimensão do sector.

#### **3.2.5. Económica**

Numa altura de crise, é importante que o Governo português estabeleça critérios rigorosos nos estudos sobre a viabilidade de uma implementação como esta. A formação dos funcionários públicos ligados ao sector, por exemplo, não pode ser esquecida, sob pena de se correr o risco da implementação não vir a representar um acréscimo de qualidade e de produtividade nas obras públicas.

Uma vez que a fase de operação e manutenção de um empreendimento é aquela em que haverá maior retorno do BIM, o dono de obra estatal é aquele que tem mais a ganhar com esta implementação. Por outro lado, o facto da utilização do BIM vir trazer transparência ao processo

de concurso e reduzir ao mesmo tempo as derrapagens e os atrasos, pode trazer progresso ao sector e viabilizar economicamente a implementação do BIM nas obras públicas em Portugal.

Deve ser estudado se é economicamente viável para o Governo fomentar o investimento no BIM, através de incentivos fiscais ou mesmo através de programas de formação gratuitos, por forma a aligeirar o investimento necessário por parte das empresas do sector.

É ainda relevante saber até que ponto é concebível que o Estado obrigue as empresas que se encontram em dificuldades financeiras a investir no BIM.

### **3.2.6. Operacional**

Os procedimentos associados aos concursos públicos sofrerão certamente alterações quando o BIM for implementado. Este facto não pode ser escamoteado, tendo o Governo um papel preponderante ao acautelar as mudanças necessárias para o bom funcionamento dos ditos concursos públicos. Durante os primeiros anos da implementação, o tempo de execução dos projectos poderá ter que ser aumentado, sendo esse aumento susceptível de ser compensado pela diminuição de tempo resultante da maior produtividade em obra. Por outro lado, os tempos de espera para esclarecimentos de projectos deverão diminuir substancialmente, dado que o modelo promove a melhor definição do projecto, melhor compreensão e visualização e o aumento da interoperabilidade.

Os processos operacionais das empresas irão também mudar. Para tal, a informação facultada pelo Governo ao sector será importante para que essas mudanças sejam previstas e pensadas atempadamente. As empresas deverão avaliar os seus próprios processos operacionais e prever as possíveis mudanças, para que estas ocorram sem percalços.

É do conhecimento geral que existem no sector empresas que apostam em estratégias de lucro menos claras, através dos trabalhos a mais. Sendo que a mudança da legislação já levou a alterações neste processo, a implementação do BIM poderá vir a trazer alterações ainda mais radicais. É eticamente desejável que o Estado prepare informação para estas empresas para que elas não se extingam, mas sim adoptem novos processos operacionais que as levem a aumentar a sua concorrência, trazendo ao mesmo tempo transparência ao sector.

### **3.2.7. Comercial**

Comercialmente, o sector terá na implementação BIM um estímulo para uma maior transparência. As margens das empresas irão aumentar, uma vez que deixará de existir a tendência para ir a concurso “a perder dinheiro”, com vista a recuperá-lo em trabalhos a mais, tornando assim o concurso mais justo. Por sua vez, o sector irá também melhorar a sua reputação e as empresas que o constituem ficarão mais aptas a responder aos desafios da modernidade e da concorrência. A isto acresce que, com o BIM, os *curricula* das empresas portuguesas irão destacá-las no mercado internacional. Estes factores poderão ainda servir de incentivo ao investimento na construção em Portugal, algo há muito desejado no seio do sector.

O Estado deve assumir o seu estatuto de dono de obra e criar um modelo contratual e actualizar o Código dos Contratos Públicos (CCP), de modo a que ambos incluam cláusulas relacionadas com o BIM.

Prevê-se que a mudança de paradigma que a introdução do BIM promove no sector seja evidente ao fim de 10 a 15 anos (de la Cruz *et al.*, 2008).

### **3.2.8. Educacional**

Assim como já se tem vindo a verificar nos países com implementações BIM, novos mestrados e pós-graduações relacionados com o BIM serão criados. São exemplos as universidades de Salford (com um mestrado chamado “*BIM and Integrated Design*” e várias pós-graduações (University of Salford Manchester, 2011)) e de Penn State (através de iniciativas como a tese de três anos chamada “*IPD and BIM Senior Thesis Pilot Program*” (Penn State, 2009))

O Estado deverá estudar quais as mudanças necessárias para que o sistema de educação acompanhe as necessidades emergentes. Este tema é particularmente sensível, uma vez que irá condicionar a forma como os profissionais da AEC passarão a ser formados. Atentas a essa questão, mais de uma dezena de Universidades reuniram-se em 2011 no *Israel Institute of Technology* (Technion IIT), com o objectivo de definir formas de introdução do BIM nos *curricula* universitários de Engenharia Civil e Arquitectura a nível mundial, bem como os respectivos conteúdos e matérias. A Universidade Nova de Lisboa (UNL) esteve presente nesse encontro, e está a participar activamente neste processo (Taborda e Cachadinha, 2011).

O investimento a nível académico nesta área também terá que ser pensado, uma vez que representará para o Governo um investimento em *hardware*, *software*, licenças, formação de professores e até talvez na contratação de novos professores.

### **3.2.9. Técnica**

O Governo terá que estabelecer *standards* técnicos que regulem a utilização do BIM. Nestes deverão estar estabelecidos formatos para as entregas, níveis de actualização de aplicações e ainda estar definido o modo como as versões futuras de *software* irá influenciar a implementação.

Por outro lado, o Estado terá também que exercer o seu poder sobre a indústria de *software*, no sentido de a levar a adoptar processos totalmente interoperáveis entre aplicações de diferentes fornecedores. Deve ainda, em conjunto com o sector da construção e o do desenvolvimento de aplicações, adoptar os *softwares* existentes para que estes funcionem de acordo as normas portuguesas de construção.

Do ponto de vista técnico deve ainda ser regulamentado o funcionamento de questões legais, de *copyright*, de direitos de propriedade e de seguros, entre outros.

### 3.3. Interações entre condicionantes

No Quadro 3.1, situado no fim do presente capítulo, encontra-se um resumo das interações entre as condicionantes.

#### 3.3.1. Influência da condicionante Política

A condicionante política influencia todas as outras condicionantes. A preocupação social com que se desenvolvem as políticas de implementação do BIM pode levar a diferentes consequências sociais. Caso não seja acautelada a reabilitação dos nichos profissionais em risco, o desemprego tenderá a aumentar. Por outro lado, a procura de novas profissões ligadas ao BIM será factor de potencial crescimento do emprego.

Num país conhecido pelos seus brandos costumes, a aplicação de políticas de incentivo à mudança cultural exigida pela implementação BIM ou a aplicação de políticas que contrariem, através da legislação, o facilitismo da cultura vigente, podem fomentar a mudança cultural necessária à implementação.

É um facto que, para as empresas, os encargos financeiros são determinantes na adopção de uma nova tecnologia. Nesse sentido, políticas de incentivos fiscais como deduções em sede de IRC podem ser preponderantes para dinamizar a implementação. Essas deduções devem ser relativas a custos de *software*, de formação e de licenças relacionados com o BIM e podem ser totais ou parciais. Para além disso, pode haver uma negociação por parte do Estado com os fornecedores no sentido de conseguir preços de quantidade para a criação de pacotes de implementação (*software*, *hardware*, formação e licenças) a serem adquiridos pelas PMEs. Assim, empresas que necessitem, por exemplo, de apenas um a cinco pacotes, em vez de negociar directamente com os fornecedores, poderão comprá-los ao preço negociado pelo Estado.

Políticas de incentivos à implementação do BIM podem levar ao acréscimo de investimento privado, que por sua vez estimula o crescimento da economia. Da mesma forma, o investimento público envolvido nessa mesma implementação também irá servir de estímulo.

O Governo deve fornecer antecipadamente informação às empresas para que estas possam preparar-se em tempo útil para as mudanças operacionais inevitáveis numa implementação BIM. Deste modo consegue evitar-se o encerramento de empresas por dificuldades de adaptação em termos operacionais.

O Governo pode ainda facilitar a adaptação operacional das empresas do sector através da introdução de diferentes escalonamentos de aplicação BIM. Admitindo inicialmente um valor de obra alto para a aplicação obrigatória do BIM, com incrementos anuais negativos até que todas as obras públicas imponham BIM, naturalmente os primeiros concursos serão frequentados por grandes empresas, as quais têm uma maior capacidade de mudança operacional. Assim, quando as pequenas empresas entrarem nos concursos, já as primeiras lhes serviram de exemplo.

A política que dita a implementação do BIM tem o enorme contributo de trazer estímulo à transparência no sector. No entanto, para evitar problemas entre as várias empresas do sector, deverá ser estabelecido um modelo contratual BIM e revisto o CCP. Caberá ao Governo criar medidas de prevenção contra o abandono das obras públicas por parte de empresas que evitem implementar o BIM.

Devem ser previstas políticas educacionais que preparem o investimento académico, uma vez que terão que ser contratados novos docentes, formados professores, criadas bolsas de investigação, etc.. O Governo deverá promover alterações aos *curricula* académicos no sentido da criação de novas cadeiras, novos mestrados e quais os cursos afectados. Deve também facultar formação aos funcionários públicos.

Cabe ao Governo criar normas técnicas BIM para suporte da implementação. Deverá também impor às empresas de *software* a adaptação deste às normas portuguesas (Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP), Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), etc.). Acresce ainda preparar legislação que regule questões de foro legal, de direitos de uso, de *copyright*, de aplicação e obrigação de seguros, etc..

### **3.3.2. Influência da condicionante Social**

A reacção social aos resultados da implementação BIM pode ter consequências políticas. Assim, a perda de emprego por parte de alguns profissionais pode gerar antipatia pela implementação e, consequentemente, descontentamento com o Governo. Pelo contrário, o conhecimento público de que o Governo com a implementação BIM criará postos de trabalho poderá ser-lhe favorável. A pressão social pode influenciar a implementação BIM como aliás influenciou casos anteriores como o do TGV, o do novo Aeroporto de Lisboa, etc..

A implementação BIM poderá ameaçar, como já foi referido, alguns nichos profissionais. A necessidade de manutenção do emprego pode fazer com que um trabalhador mude os seus hábitos, como por exemplo, abandone o facilitismo e adopte uma cultura pró-activa. Por seu lado, para evitar despedimentos, uma empresa pode mudar a sua cultura empresarial, passando por exemplo da inércia tecnológica à instituição de planos de implementação tecnológica onde se inclui formação contínua para os seus trabalhadores. Seja em casos individuais ou na vida das empresas, a auto preservação é sempre determinante na mudança de hábitos.

Empresas que tenham preocupações sociais fortes podem vir a tomar decisões financeiras com base nelas, aumentando assim os encargos da implementação.

Um Governo que queira defender políticas sociais proteccionistas relativamente à implementação do BIM, como por exemplo incentivos à protecção social, terá que contar com as consequências económicas dessas decisões. Deverá ser estudada esta via, como forma de influenciar positivamente a implementação sem influenciar negativamente a economia.



Empresas que tenham preocupações sociais fortes podem ver recompensado o seu investimento social através do empenho na mudança operacional por parte dos seus colaboradores, que se vêem valorizados, reconhecidos e protegidos pela empresa. Por outro lado, o conhecimento mútuo das características profissionais dos membros de uma equipa pode favorecer o sucesso das mudanças operacionais e até a própria implementação dentro da empresa. Vendo por outra perspectiva, caso a empresa decida substituir alguns dos seus funcionários, essa substituição pode acarretar um aumento de dificuldade nas mudanças operacionais, dado que os novos elementos terão necessidade de algum tempo de adaptação à empresa e à equipa, ao que acresce algum ambiente pesado e de insegurança que possa resultar da situação.

Preocupações sociais podem levar à criação de cursos pós-laborais nas universidades que adoptaram o BIM nos seus programas curriculares, aproveitando assim melhor os meios e os recursos da universidade. Estes cursos pós-laborais podem ser específicos para a reabilitação profissional daqueles que se arriscam a perder emprego, para que seja promovida a sua reinserção no mundo de trabalho.

### **3.3.3. Influência da condicionante Cultural**

A cultura tradicional do sector da construção civil em Portugal bem como a reconhecida inércia que lhe está associada podem vir a ditar o rumo da implementação BIM e até mesmo impedi-la de ser bem sucedida. Deste modo, a cultura nacional influencia a forma como os legisladores definem a implementação, para que sejam previstas estratégias e prazos que garantam o seu sucesso independentemente das tendências culturais do país. Por um lado, a passividade cultural terá que ser contrariada através de uma estruturação precisa e rigorosa que inclua todas as etapas da implementação. Essa estruturação deve ser completamente definida e apresentada ao sector logo desde o anúncio da adopção BIM para as obras públicas, por forma a impedir que a falta de conhecimento das regras seja utilizada pelo sector como a razão para incumprimentos. Por outro lado, a cultura de aversão à novidade deve ser contrariada. Para este fim, a implementação deve ser legislada, para que não seja considerada como uma opção das empresas, mas sim um caminho inevitável a seguir.

Sendo que culturas proactivas se adaptam melhor à mudança e consequentemente aumentam a probabilidade de manter empregos, devem ser acauteladas as possíveis repercussões sociais da implementação BIM numa cultura como a portuguesa.

Deve ser esclarecido o funcionamento do investimento a médio prazo, dado que o seu valor nem sempre é reconhecido. Assim, deve ser informado o sector quanto ao retorno da implementação, para garantir que é compreendido que, a médio prazo, esse retorno existirá também para as empresas. Nesse mesmo sentido, deve ser explicado ao país qual o investimento público necessário à implementação, e qual o retorno associado a esse investimento e ao fim de quanto tempo ele surgirá, para não criar má impressão na opinião pública.

A cultura das empresas irá influenciar os resultados operacionais da implementação BIM. As empresas deverão ser informadas em devido tempo das mudanças operacionais necessárias, para que essas mudanças não sejam goradas por hábitos de inércia existentes. Atendendo a que quer o país quer o próprio sector são no geral pouco competitivos, poderá haver grandes diferenças de resultados entre multinacionais e empresas nacionais. Este problema deve ser previsto e tido em conta para que as empresas portuguesas não saiam prejudicadas.

Diferentes culturas empresariais podem levar a diferentes etapas de maturidade da implementação BIM, num dado momento. Este facto pode gerar quebras e problemas nas relações comerciais entre empresas, o que, em última análise, aumenta o clima de resistência à colaboração, que é o oposto do pretendido na implementação BIM.

Haverá a tendência por parte de algumas empresas para dar formação inadequada e desajustada, por questões de poupança financeira. Poderá dar-se o caso de um trabalhador ser escolhido para receber formação apropriada para, posteriormente, a divulgar aos restantes colaboradores da empresa. Este processo poderá ditar fracos resultados da implementação.

Em todo o mundo, o sector com maior tendência para tentar exercer influência sobre a legislação é o da construção (Goldie-Scot, 2008). Esta cultura deve ser combatida para que a legislação e a regulamentação sejam claras e transparentes, evitando prejudicar a implementação BIM.

#### **3.3.4. Influência da condicionante Financeira**

Com a utilização do BIM ficam claros e transparentes quais os trabalhos e respectivos custos necessários à concretização da obra. Deste modo, aumenta a possibilidade de controlo sobre todo o tipo de trabalhos. Como consequência, pode aumentar o controlo da fuga aos impostos, o que, por sua vez, pode influenciar a decisão política.

Empresas que privilegiem os aspectos financeiros em detrimento dos aspectos sociais poderão vir a penalizar o enquadramento social da empresa e levar mesmo a despedimentos.

O dinheiro determina tendências. Enquanto algumas culturas são muito orientadas para o reconhecimento público, outras só reagem a incentivos financeiros. Assim, deverá ser prevista a utilização de sistemas de prémios e outros incentivos financeiros que estimulem a mudança e encorajem a implementação BIM. No entanto, este sistema pode inviabilizar o investimento económico da implementação BIM, por parte do Estado. É necessário efectuar estudos que determinem a sua viabilidade.

A exclusiva preocupação com as finanças da empresa pode penalizar o enquadramento operacional se, por exemplo, não se implementar o BIM em todos os departamentos da empresa. Tomemos o caso em que os arquitectos desenvolvem os modelos BIM e os enviam aos projectistas das especialidades. Sendo que estes não têm acesso ao BIM (ou, tendo-o, não o sabem utilizar), utilizam apenas exportações de plantas 2D, desvirtuando assim todas as potencialidades da utilização do BIM. A escolha de uma implementação faseada por departamentos, no sentido de

poupar recursos financeiros com a compra de pacotes BIM, faz com que não se obtenha retorno nos primeiros projectos, o que só acontece quando toda a empresa tiver acesso ao BIM.

Diferenças de capacidade financeira entre empresas podem gerar diferentes capacidades na implementação BIM. Nesse sentido devem ser previstos prazos a partir dos quais serão impostas certas etapas de maturidade da implementação BIM. Desta forma, as empresas que se encontrem na primeira fase de maturidade BIM por falta de capacidade financeira não poderão ser prejudicadas em relação às grandes empresas que têm capacidade de já estar, antes de ser necessário, na terceira etapa de maturidade da implementação. Em suma, dentro dos prazos previstos, essas diferenças não devem gerar desigualdade de oportunidades.

Prevê-se que os fornecedores de materiais e equipamentos necessitem de disponibilidade financeira para, a curto prazo, criarem famílias de objectos BIM com os seus produtos uma vez que é prioritário que existam modelos de objectos fidedignos para a sua utilização em modelos BIM. Por sua vez, as empresas do sector necessitam de disponibilidade financeira para aquisição dos pacotes BIM.

### **3.3.5. Influência da condicionante Económica**

O panorama económico pode ditar a decisão política de avançar ou não com a implementação BIM. De igual maneira, quanto melhor a situação económica, maior a possibilidade de aplicação de incentivos de protecção social.

Num ambiente de recessão económica prevê-se ser mais difícil combater hábitos culturais de inércia e de negativismo que, agravados por essa mesma recessão, poderão ser associados à implementação obrigatória BIM. Neste mesmo ambiente, as empresas terão maior propensão a rejeitar e combater a nova carga financeira que lhes é imposta.

O panorama económico será determinante na decisão de quais os incentivos financeiros a criar e aplicar. Pode ainda influenciar a capacidade financeira das empresas, que por sua vez poderão investir mais na implementação (por exemplo na preparação de mudanças operacionais e em formação contínua a todos os seus funcionários), conseguindo assim melhores resultados desta.

Numa fase inicial, mudanças operacionais levam a perdas de produtividade e, consequentemente, de lucro. Esta situação, já complicada numa altura economicamente equilibrada, pode tornar-se dramática numa altura de recessão, uma vez que a sobrevivência de uma empresa pode depender do sucesso das mudanças. Uma economia nacional desafogada pode retirar a carga maniqueísta destas mudanças, o que conduz a uma implementação mais tranquila podendo assim maximizar o seu sucesso. Por outro lado, se a economia se encontra estável e desafogada diminui o ímpeto pela mudança, uma vez que, estando o sector economicamente bem, existe menos motivação para efectuar as mudanças operacionais necessárias. Já numa economia deprimida, a proba-

bilidade de haver forte secretismo entre empresas e de concorrência comercial será maior, o que pode impedir a franca colaboração necessária à boa implementação e utilização do BIM.

A nível educacional, o estado da economia nacional pode ditar a disponibilidade para investimentos académicos e para I&D. Pode ainda influenciar o investimento por parte do Estado em formação de funcionários públicos, profissionais em risco de desemprego, ou outros.

O estado económico do país pode ainda ser preponderante na análise ROI das empresas distribuidoras de *software* para a sua tomada de decisão sobre a criação de versões adaptadas às normas e regulamentos nacionais.

### **3.3.6. Influência da condicionante Operacional**

Como regra, os procedimentos operacionais não devem influenciar decisões políticas. Em contrapartida, as directrizes dadas pelo Estado (onde se incluem as informações acerca das mudanças operacionais previstas na implementação do BIM) devem chegar às empresas com antecedência suficiente para que estas preparem as mudanças, uma vez que com o sucesso das referidas mudanças poderão evitar-se problemas sociais como o desemprego.

A mudança para boas práticas operacionais trazidas pela implementação BIM pode levar à melhoria da cultura do sector: maior transparência, colaboração e produtividade. Com o aumento da produtividade, aumentam os resultados financeiros das empresas. A adopção das referidas boas práticas operacionais aumenta a competitividade do sector e a sua transparência, incrementando a contribuição do mesmo para a economia nacional. Promove ainda o investimento em I&D, assim como a partilha de experiências entre as empresas e o meio académico.

Os resultados das mudanças operacionais podem e devem conduzir ao aperfeiçoamento da norma BIM e à pormenorização da regulamentação e da legislação.

### **3.3.7. Influência da condicionante Comercial**

O previsto aumento da transparência do sector poderá ter enorme influência política, nomeadamente na credibilidade do Governo.

Com o eventual encerramento das empresas o desemprego no sector aumenta, produzindo ainda outros efeitos sociais negativos. Em última análise este processo pode culminar na estagnação económica do sector. Por outro lado, o melhor desempenho comercial do sector e o aumento da transparência podem aumentar a autoconfiança da indústria e mudar o seu paradigma cultural.

O individualismo e a falta de clareza frequentes no sector podem dificultar ou mesmo turvar as mudanças operacionais necessárias ao sucesso da implementação BIM. Uma vez ultrapassados estes problemas, a maior transparência, competitividade e o melhor desempenho comercial do sector irão resultar no aumento das margens das empresas. Consequentemente, a sua saúde financeira sairá beneficiada e a economia do país estimulada.

As associações representativas do sector têm um papel essencial na criação dos regulamentos e das normas. Novas práticas empresariais provenientes da implementação BIM podem

ditar alterações ou complementos à legislação vigente. As empresas de formação já existentes no sector poderão ser consultadas, de modo a transmitir a sua experiência sobre os métodos e conteúdos a leccionar nas futuras formações estatais.

### **3.3.8. Influência da condicionante Educacional**

Também a academia deverá ser consultada, dada a sua capacidade de assessorar a classe política, no sentido de ajudar à tomada de decisão e à sua aplicação.

Dado os seus meios e recursos, as universidades podem oferecer formação gratuita BIM para reconversão dos profissionais em risco de perder emprego. Esta formação poderá ter lugar em horários pós-laborais. Ao lançar novos profissionais para o mundo do trabalho, as universidades têm o poder de, a médio/longo prazo, mudar culturas do sector.

As empresas devem ser precavidas para se prepararem financeiramente para as acções de formação, dado que estas têm um peso financeiro não desprezável, tanto a curto como a médio prazo. Igualmente, a formação dos funcionários do Estado é essencial e determinante pelo que terá um forte peso económico. Dado que a referida formação é imprescindível, as verbas correspondentes devem ser previstas no Orçamento de Estado. Por outro lado, com a devida preparação estratégica, os investimentos nas universidades podem reduzir peso no orçamento de Estado, formando os quadros públicos.

Mudanças operacionais com sucesso requerem formação. O facto de essa formação ser dada de forma contínua e com frequente reciclagem de conhecimentos aumenta a produtividade de uma empresa. Deve ser dado apoio às empresas para estudos de antecipação de mudanças operacionais.

Os especialistas em BIM da academia terão um papel fundamental na criação de modelos contratuais, na revisão do CCP e ainda na previsão e preparação das possíveis reacções do sector. A academia tem ainda o papel principal na criação das normas e da regulamentação, dado que estão na frente de investigação do tema.

### **3.3.9. Influência da condicionante Técnica**

Mecanismos de regulação, legislações e a abordagem às questões técnicas devem ser mais completas e rígidas em países com culturas menos rigorosas, como é o caso da portuguesa. Bons documentos de carácter técnico (*copyrights*, questões legais de obra, direitos e deveres, etc.) podem evitar conflitos e assim fornecer bases fortes para a melhoria comercial do sector.

Prevê-se que a possível necessidade de seguros específicos para o BIM possa acarretar custos financeiros para as empresas. A adaptação dos *softwares* às normas portuguesas pode dinamizar as mudanças operacionais dentro das empresas, visto que facilita a adaptação ao *software* por parte dos seus funcionários.

As universidades têm que estar aptas a assimilar e reagir às mudanças de regulamentos e normas, por forma a leccionarem dentro dos parâmetros técnicos actualizados.

Quadro 3.1 - Resumo das interações entre as condicionantes

|                           |             | Condicionantes influenciadas  |   |   |   |   |   |   |   |  |
|---------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|                           |             | Política  | Social  | Cultural  | Financeira  | Económica   | Operacional   | Comercial   | Educacional   | Técnica  |
| Condicionantes influentes | Política    |   | - Políticas adoptadas podem ter diferentes consequências sociais: desemprego (Acautelar reabilitação profissional); emprego (dada a procura de novas profissões ligadas ao BIM) | - Incentivos à mudança cultural<br>- Políticas que contrariem o facilitismo da cultura vigente  | - Negociação de pacotes de implementação ( <i>software</i> , <i>hardware</i> , formação e licenças) para PME's<br>- Incentivos fiscais                                  | - Incentivos ao investimento privado que estimulam o crescimento da economia<br>- Investimento público no BIM   | - Informação prévia às empresas, para preparação atempada, o que pode evitar o seu encerramento<br>- Escalonamento de prazos e de valores   | - Estimulo à transparência<br>- Criação de modelo contratual BIM<br>- Revisão do CCP<br>- Evitar abandono das obras públicas  | - Investimento académico: contratação de novos docentes, formação de docentes existentes e criação de bolsas de investigação<br>- Mudanças do sistema de educação<br>- Promoção de formações profissionais públicas | - Criação de normas técnicas BIM nacionais<br>- Motivar adaptação dos <i>softwares</i> às normas portuguesas<br>- Regular (direitos, <i>copyright</i> , seguros...)                  |
|                           | Social      | - Reacção social aos resultados da implementação pode ter consequências políticas: desemprego cria resistência corporativa contra o Governo         |   | - A necessidade de manutenção de empregos tende a mudar hábitos pessoais e empresariais   | - Preocupações sociais fortes implicam decisões financeiras geradoras de aumento dos encargos da implementação  | - Políticas sociais proteccionistas devem influenciar positivamente a implementação sem influenciar negativamente a economia  | - Conhecimento mútuo da equipa favorece o sucesso das mudanças operacionais<br>- A preocupação social é recompensada pelo empenho dos funcionários                                    | -   | - Criação de cursos pós-laborais de reabilitação profissional, aproveitando recursos das "universidades BIM"  | -  |
|                           | Cultural    | - Cultura vigente é passiva e adversa à novidade o que pode afectar ou mesmo impedir a implementação BIM  | - Culturas pouco proactivas podem gerar desemprego numa implementação destas  |   | - Dada a grande inércia ao investimento a médio prazo, deve ser esclarecido o funcionamento, os objectivos e o retorno do investimento BIM                              | - Cultura nacional de desconfiança política requer explicação ao país das consequências económicas a médio prazo do investimento público necessário                         | - Evitar que mudanças sejam frustradas por hábitos de inércia<br>- Evitar que diferenças culturais entre multinacionais e nacionais prejudiquem as últimas                            | - Evitar que diferentes etapas de maturidade da implementação BIM, num dado momento, gerem quebras e problemas nas relações comerciais entre empresas   | - Tendência para "formação interna": um trabalhador tem formação apropriada para a divulgar aos restantes colaboradores da empresa. Poder ser a causa de uma fraca implementação                                    | - A tendência para tentar exercer influência sobre a legislação deve ser combatida para que esta seja clara e transparente de modo não prejudicar a implementação BIM                |
|                           | Financeira  | - A previsão de diminuição na fuga aos impostos devida à implementação BIM pode influenciar a decisão política                                      | - Empresas que privilegiem os aspectos financeiros em detrimento dos aspectos sociais poderão levar a despedimentos   | - Utilização de sistemas de prémios e outros incentivos financeiros pode estimular a mudança e encorajar a implementação BIM  |   | - Sistema de incentivos financeiros pode inviabilizar o investimento económico da implementação BIM, por parte do Estado  | - A exclusiva preocupação com as finanças da empresa pode penalizar o enquadramento operacional, desvirtuando as potencialidades da utilização do BIM                                 | - Diferenças de capacidade financeira entre empresas podem gerar diferentes capacidades na implementação BIM. Este facto não deve gerar desigualdade de oportunidades   | - Quanto maior a disponibilidade financeira de uma empresa, maior a sua capacidade de proporcionar formação aos seus colaboradores  | - Necessidade de disponibilidade financeira por parte dos fornecedores, a curto prazo, para criarem famílias de objectos BIM dos seus produtos                                       |
|                           | Económica   | - O panorama económico pode ditar a decisão política de avançar ou não com a implementação BIM  | - Quanto mais favorável a situação económica, maior a possibilidade de aplicação de incentivos de protecção social  | - Em recessão é mais difícil combater hábitos de inércia e de negativismo pela implementação.<br>- As empresas terão maior propensão a rejeitar e combater a nova carga financeira que lhes é imposta | - O panorama económico influencia quais os incentivos financeiros a criar e aplicar, bem como a capacidade financeira das empresas para investir mais na implementação  |   | - Uma economia desafogada retira dramatismo das mudanças operacionais, o que pode maximizar o seu sucesso<br>- Esse mesmo desafogo económico pode diminuir a motivação para a mudança | - Numa economia deprimida a probabilidade de haver forte secretismo e concorrência comercial será maior, o que pode impedir a franca colaboração indispensável para o sucesso   | - Investimento académico, em formação de funcionários públicos e em I&D dependentes da situação económica vigente   | - Panorama económico do país preponderante na análise ROI das empresas distribuidoras de <i>software</i> para criação de versões adaptadas aos regulamentos nacionais                |
|                           | Operacional | - Como regra, os procedimentos operacionais não devem influenciar decisões políticas  | - O sucesso das mudanças operacionais (dependente das directrizes do Estado) poderá evitar problemas sociais como o desemprego  | - A mudança para boas práticas operacionais leva ao aumento da transparência e da colaboração e à diminuição do individualismo e da falta de clareza  | - O aumento da produtividade faz-se acompanhar pelo aumento dos resultados financeiros das empresas   | - Quando generalizadas ao sector, as boas práticas operacionais incrementam a contribuição do sector para a economia nacional   |   | - A adopção das referidas boas práticas operacionais aumenta a competitividade do sector e a sua transparência  | - Promove ainda o investimento em I&D, assim como a partilha de experiências entre as empresas e o meio académico   | - Os resultados das mudanças operacionais podem e devem conduzir ao aperfeiçoamento da norma BIM e à pormenorização da regulamentação e da legislação                                |
|                           | Comercial   | - O previsto aumento da transparência do sector poderá ter influência política, nomeadamente na credibilidade do governo                            | - O possível encerramento das empresas produz efeitos sociais negativos   | - O melhor desempenho aumenta a autoconfiança da indústria e muda o seu paradigma cultural  | - O aumento da transparência, da competitividade e o melhor desempenho comercial do sector irão resultar no aumento das margens das empresas                            | - Encerramento de empresas pode estagnar economicamente o sector<br>- A melhoria do desempenho comercial do sector pode estimular a economia do país                        | - O individualismo e a falta de clareza frequentes no sector podem dificultar ou mesmo turvar as mudanças operacionais necessárias ao sucesso da implementação BIM                    |   | - As empresas de formação já existentes no sector poderão ser consultadas acerca da sua experiência sobre os métodos e conteúdos a leccionar nas futuras formações estatais   | - As associações representativas do sector têm um papel essencial na criação das normas<br>- Novas práticas empresariais podem ditar alterações ou complementos à legislação vigente |
|                           | Educacional | - A academia deverá ser consultada, dada a sua capacidade de assessorar classe política, no sentido de ajudar à tomada de decisão e à sua aplicação | - Dado os seus meios e recursos, as universidades poderão oferecer formação gratuita BIM para reconversão dos profissionais em risco de perder emprego                          | - Ao lançar novos profissionais para o mundo do trabalho, as universidades têm o poder de, a médio/longo prazo, mudar culturas do sector  | - As empresas devem ser precavidas para se prepararem financeiramente para as formações, dado que estas têm um enorme peso financeiro, tanto a curto como a médio prazo | - A formação da função pública terá um forte peso económico<br>- Os investimentos nas universidades podem reduzir peso no orçamento de Estado, formando os quadros públicos | - Formação é determinante no sucesso das mudanças operacionais.<br>- Deve ser dado apoio às empresas para estudos de antecipação de mudanças operacionais                             | - Académicos BIM têm um papel fundamental na criação de modelos contratuais, na revisão do CCP e ainda na previsão e preparação das possíveis reacções do sector  |   | - A academia tem ainda o papel principal na criação das normas e regulamentação, dado que estão na frente de investigação acerca do tema   |
|                           | Técnica     | -   | -   | - Regulações, legislações e questões técnicas devem ser mais completas e rígidas em países com culturas menos rigorosas   | - Prevê-se que a possível necessidade de seguros específicos para o BIM possa acarretar custos financeiros para as empresas   | -   | - A adaptação dos <i>softwares</i> às normas portuguesas pode dinamizar as mudanças operacionais dentro das empresas  | - Bons documentos de carácter técnico (legislação de obra, direitos e deveres, direitos de autor e de uso de informação, etc.) podem evitar conflitos e assim fornecer bases fortes para a melhoria comercial do sector | - As universidades têm que estar aptas a assimilar e reagir às mudanças de regulamentos e normas, por forma a leccionarem dentro dos parâmetros técnicos actualizados   |  |

## **4. PROPOSTA DE METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO**

A metodologia de implementação governamental do BIM como plataforma para as obras públicas num país divide-se em quatro fases:

1. **Preparação:** fase em que o Governo estuda as medidas a aplicar durante a implementação do BIM;
2. **Implementação:** nesta fase prepara-se a aplicação das medidas definidas na fase anterior, embora a utilização do BIM ainda não seja obrigatória. O Governo tem a responsabilidade de apoiar a preparação, tanto no Estado como nas empresas privadas;
3. **Aplicação:** após o período de implementação, o BIM torna-se uma plataforma obrigatória nas obras públicas;
4. **Continuidade:** após o período de aplicação, devem ser previstas medidas que garantam a continuidade da implementação, para que a utilização do BIM não esmoreça, nem seja apenas utilizado nas obras públicas.

### **4.1. Preparação**

A fase de preparação é determinante para o sucesso da implementação. Por esta razão, as decisões e escolhas a tomar devem ser bem ponderadas, mas não devem ultrapassar o período de um mandato político, sob risco do projecto de implementação ser abandonado pelo Governo seguinte. Uma vez estabelecidas as políticas a adoptar e o foco da implementação, devem ser iniciados os projectos-piloto e a recolha de conhecimentos.

#### **4.1.1. Estabelecimento de políticas**

O Governo precisa de estabelecer políticas específicas de adopção do BIM nas suas obras públicas. Sem um delineamento concreto das medidas que pretende implementar, o Estado corre o risco de que estas medidas sejam negligenciadas e que a sua aplicação não seja geral. Deverá haver, portanto, um conjunto de regras ou princípios escritos que guiem a tomada de decisão (Succar, 2009).

#### **4.1.2. Foco da implementação**

Deve ser definido, desde cedo, qual o foco da implementação. Como foco, entende-se a fase da obra e/ou os tipos de obras em que se pretende que o BIM seja utilizado. As fases podem ser a de conceito, a de projecto, a da construção, a de operação, a de manutenção e até a de demolição. Os tipos de obras podem ser obras novas ou de reabilitação, obras do poder central ou obras do poder local.

A título de exemplo, o BIM pode ser escolhido para as fases de conceito e de projecto, para todas as obras novas (como em Singapura), ou pode ter como objectivo abranger as fases de operação e manutenção em todo o tipo de obras, como na Holanda.

#### **4.1.3. Adaptação nacional**

As condicionantes descritas no Capítulo 3 variam de país para país e têm um forte impacto no sucesso da implementação, pelo que devem ser tidas em conta e adaptadas à realidade nacional na altura de estabelecer medidas e de escolher quais os métodos de introdução dessas medidas. Esta adaptação reflecte todo o estudo das condicionantes anteriormente efectuado e é determinante para garantir a universalidade da metodologia proposta. Por exemplo, no que diz respeito à condicionante cultural, há países em que será suficiente garantir o diálogo para introduzir novas medidas, enquanto noutros o tema terá que ser introduzido através de legislação, regulamentação e requisitos governamentais (de la Cruz *et al.*, 2008).

#### **4.1.4. Projectos-piloto**

Devem ser iniciados, com a maior antecedência possível, projectos-piloto para que sejam recolhidos dados necessários às fases de preparação e de implementação.

#### **4.1.5. Recolha de conhecimentos**

Para ajudar à tomada de decisão, melhorar a preparação e aumentar o sucesso da implementação, devem ser consultados os institutos nacionais de I&D, as universidades, as ordens, os sindicatos, os distribuidores de *software*, assim como os órgãos regulamentadores do sector.

Deve ser ainda criado um grupo de trabalho, constituído por elementos das organizações acima descritas, com o intuito de consultar todo o processo de implementação e de aplicação das medidas. Este grupo de trabalho deve, portanto, pôr em prática, fiscalizar e dar continuidade ao programa do Governo. Pode ser aproveitado um departamento ou uma instituição do Estado para este fim, devendo ainda assim manter elementos externos, para que a equipa seja multidisciplinar e consiga recolher conhecimentos sectoriais abrangentes.

#### **4.1.6. Preparação da legislação base**

O desenvolvimento da legislação que sustenta a implementação obrigatória do BIM como plataforma para obras públicas deve preocupar-se em preparar profissionais, desenvolver investigação, distribuir os benefícios, alocar os riscos e minimizar conflitos dentro da indústria. Para este fim, devem ser destacadas equipas compostas por técnicos de organizações especializadas, como por exemplo seguradoras, centros de I&D, instituições de ensino e órgãos reguladores. Estas equipas terão um papel fundamental no desenvolvimento de regulamentação, *standards*, acordos contratuais, guias, manuais de boas práticas, parâmetros de referência, programas de ensino e projectos de investigação para os processos relativos aos projectos, construção e operação dos



empreendimentos (Succar, 2009). Esta equipa de técnicos deverá trabalhar em colaboração próxima com o grupo de trabalho referido na secção anterior.

## **4.2. Implementação**

Uma vez terminada a fase de preparação, a fase de implementação deve ser iniciada de imediato. Com base no estudo efectuado, propõe-se que esta fase se desenvolva no prazo aproximado de um ano, devendo este prazo ser adaptado à realidade nacional de cada país, uma vez que as condicionantes variam de país para país. Se esta fase for demasiado curta poderá não haver tempo suficiente para os vários intervenientes se adaptarem à mudança, originando uma ideia de precipitação que pode culminar na reacção negativa ao projecto. Se o prazo for muito dilatado, pode gerar-se um clima de passividade, criar a ideia de que ainda há tempo e perder-se a dinâmica desejada para o sucesso da implementação.

### **4.2.1. Comunicação**

Uma vez criado o programa governamental BIM, este deve ser exaustivamente apresentado à indústria em *fora* e conferências, podendo ainda ser promovidos *workshops*. O Governo deve apostar numa boa estratégia de comunicação, que chegue não só ao sector em geral, mas também a todas as empresas.

Uma boa estratégia de comunicação deve incluir, na promoção da mudança, a participação de indivíduos considerados e respeitados no sector. Devem ainda ser criadas ferramentas e meios para a passagem de informação de apoio aos donos de obra e às empresas da indústria que possam estar interessados no BIM para o sector privado. Para este tipo de iniciativa são essenciais sistemas de informação e de esclarecimentos *online*, pelo que também devem ser considerados na estratégia de comunicação.

### **4.2.2. Preparação do Estado**

No Governo deve haver um departamento ou instituição responsável pelo grupo de trabalho referido na secção 4.1.5 que assegure o seguimento prático da decisão política através dos projectos-piloto. O mesmo departamento ou instituição deve ainda vigiar e orientar as iniciativas BIM no território nacional. Seja orientando associações de empresas que se organizem no âmbito do BIM, seja marcando presença em conferências, formações, apresentações públicas, *workshops* ou feiras profissionais. Todas as outras instituições do Estado que possam ganhar com a implementação do BIM devem ser encorajadas a fazê-lo, sob coordenação do departamento ou da instituição responsável já referidos.

### **4.2.3. Formação institucional**

A formação dos trabalhadores da função pública ligados ao sector não pode ser descurada, uma vez que a educação e a formação são essenciais para este tipo de iniciativa (de la Cruz *et al.*, 2008). Os governos têm que estar realmente dispostos a aumentar os fundos para esta formação.

#### 4.2.4. Preparação das empresas

Assim como foi anteriormente aprofundado, os processos operacionais das empresas irão sofrer alterações. Para tal, a informação facultada pelo Governo ao sector será determinante para que essas mudanças sejam previstas e pensadas atempadamente. As empresas deverão avaliar os seus próprios processos operacionais e prever as possíveis mudanças, para que estas ocorram sem percalços.

#### 4.2.5. Promoção da interoperabilidade entre *software*

No Reino Unido foram levantados problemas devidos à fraca interoperabilidade entre *software* e a falta de transparência do Governo na indicação de um programa proprietário específico a utilizar. Nesse sentido, e para evitar conflitos, o projecto político relativo ao BIM deve encorajar o desenvolvimento de *software open source* e a utilização de *open-standards*. Há várias marcas de *software* a competir no mercado do BIM. O Governo tem poder para promover sinergias entre os vários sistemas de *software* disponíveis no mercado e deve fazê-lo (Wong *et al.*, 2011). Enquanto, na óptica do utilizador, esta competição deve ser racionalizada para que seja garantida uma total interoperabilidade entre *softwares*, por seu lado o Governo está em posição privilegiada para concitar sinergias entre os vários sistemas de *software* disponíveis no mercado.

#### 4.2.6. Criação do *standard*

Deve ser criado um manual, guia ou *standard* que indique quais os requisitos do Governo para o BIM. Cada um dos *standards* estudados anteriormente tinha as suas especificações próprias. No entanto, algumas especificações eram comuns a todos eles. Para garantir o sucesso da implementação, o *standard* do Governo deve considerar os seguintes aspectos:

- Definição de quem escolhe o *software* proprietário a ser utilizado, caso haja múltiplas opções. Normalmente é indicado o dono de obra ou o arquitecto. O *software* escolhido terá, obrigatoriamente, que importar e exportar em IFC;
- Anúncio de concurso efectuado via internet;
- Entrega de propostas efectuada via internet e em plataformas BIM. A necessidade de enviar documentos em papel para as autoridades governamentais é eliminada, passando a ser enviados documentos via electrónica;
- Projectos de arquitectura, estruturas e especialidades deverão ser modelados em BIM, desde a fase de conceito;
- Entrega obrigatória no formato IFC. Este aspecto é de extrema importância e traz transparência à implementação;
- Entrega obrigatória no formato original em que o modelo foi modelado, para além do formato principal (IFC);
- Entrega obrigatória da biblioteca de objectos em utilização no modelo;

- Definição da possibilidade de serem pedidas análises energéticas, estruturais, de AVAC, mapas de quantidade, entre outros. O modelo deve estar preparado para responder a estas solicitações, estando à partida modelado com as características dos objectos, para que seja utilizado na especialidade;
- O orçamento que acompanha a proposta do empreiteiro deve ser retirado obrigatoriamente do BIM;
- Análise de propostas feita em plataformas BIM;
- Adjudicação efectuada via internet;
- Partilha de modelos entre os vários intervenientes de projecto em formato IFC;
- Deve estar prevista a possibilidade do empreiteiro geral operar sobre plataformas BIM, sempre que o dono de obra o julgue necessário;
- Definição do valor máximo de obra a partir do qual será obrigatória a utilização do BIM. Esse valor máximo poderá ser único ou não, definindo neste último caso graus de exigência diferentes na aplicação do BIM: na Dinamarca existem máximos diferentes e quanto mais baixo é o valor máximo, menor é a exigência de entregas em BIM. O valor máximo poderá ainda ser diferente consoante o dono de obra: na Holanda existem dois valores máximos, um para as obras do Governo central, outras para as obras do Governo local;
- Definição de um período de transição correspondente à terceira fase da metodologia proposta (aplicação), durante o qual haverá descidas do valor máximo acima descrito. Deverá também ser definido qual o objectivo a atingir no fim deste período: no Reino Unido, o período de transição é de cinco anos, ao fim dos quais o valor máximo para utilização do BIM é abolido. Ao fim desses cinco anos, o objectivo é que todas as empresas tenham alcançado a segunda etapa de maturidade da implementação BIM;
- Definição de especificações técnicas: unidades geométricas, sistemas de coordenadas, formatos da documentação não BIM, etc.;
- Entrega electrónica, ao dono de obra, do modelo final *as built*.

O *standard* (enquanto um todo, ou apenas enquanto a soma de algumas das suas partes) poderá ser utilizado por donos de obra privados. Deve ser prevista a actualização do *standard* sempre que houver avanços tecnológicos ou aumento de conhecimentos na área do BIM.

#### 4.2.7. Mudanças na legislação base

Após a preparação efectuada na fase anterior, a legislação base deve sofrer mudanças para comportar o BIM. Entre outras mudanças, devem ser previstas as seguintes:

- Criação de um estatuto legal que esclareça claramente qual é o valor legal do ficheiro do modelo BIM;

- Ainda sobre o modelo, devem ser definidas as protecções da propriedade de todos os contributos para o modelo e a quem é apontado o *copyright* do modelo enquanto um todo. Os participantes podem ver os seus modelos ser utilizados por outros participantes, dentro do mesmo projecto. Este facto não significa que as suas contribuições não estejam protegidas por *copyright*, mas sim que existe uma licença para a reprodução, distribuição, exibição ou qualquer outro uso das várias contribuições que formam o modelo BIM. Por outro lado, a participação na criação dos modelos BIM não dá o direito à utilização dos mesmos fora do contexto do projecto;
- Definição das responsabilidades que um interveniente tem por um erro devido a incongruências de modelação anterior à sua participação, assim como o ponto a partir do qual cada interveniente é responsável por deixar passar em branco a situação;
- Apesar de único, o modelo não é da responsabilidade dos intervenientes em áreas que estejam fora do âmbito do seu projecto, fora do âmbito dos seus honorários ou fora do risco que têm segurado. Neste sentido, devem ser previstas as responsabilidades de cada interveniente;
- Definição dos direitos e dos deveres do dono de obra para utilizar o modelo BIM após o término do projecto;
- Definição da entidade responsável pelo modelo enquanto um todo, pela sua protecção, pela permissão ao seu acesso, e pela gestão da informação que este contenha.

Haverá ainda alterações ao Código dos Contratos Públicos, à legislação vigente que englobe os contratos de seguros do sector, aos regulamentos e às normas, entre outros.

### **4.3. Aplicação**

Após o período de implementação, atinge-se o objectivo de toda a metodologia: o BIM torna-se uma plataforma obrigatória nas obras públicas. À semelhança do que se passa no Reino Unido, preconiza-se que a fase de aplicação corresponda a um período transitório de cinco anos (ver 4.2.6), durante o qual deverá haver descidas progressivas do valor a partir do qual todas as obras requerem a utilização do BIM.

#### **4.3.1. Monitorização**

Através do departamento ou instituição responsável pela implementação, o Estado deve utilizar um sistema de controlo e monitorização eficiente que garanta a existência de indicadores de desempenho e de relatórios periódicos. Para garantir que a monitorização é efectuada e que a implementação é efectiva, o Governo pode tornar os pagamentos dos autos de medição dependen-

tes destas avaliações e, assim como é feito na Holanda, basear-se nos modelos para efectuar esses pagamentos.

#### **4.3.2. Análises de desempenho**

Ao longo dos anos de aplicação do BIM enquanto plataforma para as obras públicas (isto é, os anos de transição entre a fase de implementação e a fase de continuidade) devem ser realizadas análises anuais exaustivas à eficácia da implementação. Devem ainda ser feitas análises anuais ao sector das obras públicas e ao sector das obras particulares. Através destas análises o Governo poderá entender a evolução, em todo o sector da AEC, conseguida pela implementação do BIM como plataforma obrigatória nas suas obras públicas.

#### **4.3.3. Fiscalização**

A utilização de modelos BIM, tanto em gabinete como em obra, irá conceder ao agente fiscalizador do Governo meios para comparar o previsto no projecto com o realizado em obra. Deverá haver uma efectiva fiscalização por parte do Estado, para garantir a boa execução em obra e ao mesmo tempo recolher os dados necessário para a monitorização. Este trabalho deve basear-se totalmente nos modelos BIM.

### **4.4. Continuidade**

No fim da fase de aplicação deverá ter-se atingido o objectivo definido no *standard* (ver 4.2.6): todas as empresas alcançarem a segunda etapa de maturidade da implementação BIM. Atingida esta etapa, as entidades envolvidas começam a reconhecer as potencialidades da tecnologia, deixando de ser necessária uma intervenção tão activa do Estado para a adopção efectiva do BIM.

Na fase da continuidade o BIM é uma plataforma obrigatória para todas as obras públicas, independentemente do seu valor.

#### **4.4.1. Melhoria contínua**

Para aumentar a efectividade da implementação, deve ser criado um sistema de prémios que estimule a mudança e encoraje a melhoria a longo prazo. Este sistema deve ser criado na fase de implementação e a sua utilização deve iniciar-se logo desde a fase de aplicação. No entanto, os seus resultados serão atingidos na fase de continuidade.

O princípio da melhoria contínua (“*kaizen*”) é um princípio *Lean* e promove a chegada ao IPD.

#### **4.4.2. Trocas de informação**

Atingida a segunda etapa de maturidade da implementação, as empresas de obras públicas tenderão a utilizar o BIM também nas suas obras para particulares. Esta atitude poderá influenciar as empresas de obras particulares que até aqui não utilizavam o BIM.

No sentido de promover a continuidade da utilização do BIM e abranger o sector privado, devem ser fomentadas pontes com organizações e associações profissionais e sectoriais para promover trocas de informação. Para este fim, devem ser utilizados os meios de comunicação criados na fase de implementação (ver 4.2.1).

#### **4.4.3. Operação e manutenção**

Com toda a informação centralizada, é menos provável que esta se perca ao longo do tempo, o que facilita a operação, a manutenção e a gestão do empreendimento. Apesar de na metodologia aqui descrita a operação e a manutenção só ocorrerem na fase de continuidade, estas são resultado directo da implementação BIM, sendo mesmo o seu objectivo principal, como demonstra o caso holandês.

## 5. VALIDAÇÃO

A presente dissertação é validada através de sete entrevistas em profundidade, com efeito bola de neve. As entrevistas foram realizadas a um quadro de profissionais portugueses com cargos de representação em entidades de referência no sector, com cargos de decisão política ou com cargos de representação profissional. Desta forma, os grupos de recolha dividem-se em: sectorial, político e profissional.

Em face disto, o perfil do entrevistado alvo aponta para um profissional ligado à AEC, com visão panorâmica do sector, visão política da indústria ou visão profissional abrangente e representativa. Não é, porém, necessário que, à data do contacto inicial, o entrevistado conheça ou compreenda, do ponto de vista académico, profissional ou particular, o BIM. Dentro destes parâmetros, foram contactados aqueles que ocupam os cargos definidos no Quadro 5.1, estando neste em destaque aqueles com quem a entrevista de facto de realizou.

Quadro 5.1 - Entrevistas solicitadas

| Cargo   | Instituição                    | Título              | Grupo de recolha            | Entrevista realizada | Duração     |
|---|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|-------------|
| Presidente  | InIR                           | Eng.º               | Sectorial                   | Não                  | -           |
| Presidente  | InCI                           | Dr.                 | Político e Sectorial        | Não                  | -           |
| <b>ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações</b>   | <b>Governo de Portugal</b>     | <b>Prof. Doutor</b> | <b>Político</b>             | <b>Sim</b>           | <b>2:45</b> |
| Bastonário  | Ordem dos Engenheiros Técnicos | Eng.º Técnico       | Profissional                | Não                  | -           |
| <b>Representante nacional e membro de excelência</b>                | <i>Europengineers</i>          | <b>Arq.ª</b>        | <b>Sectorial</b>            | <b>Sim</b>           | <b>1:30</b> |
| Presidente  | LNEC                           | Eng.º               | Sectorial                   | Não                  | -           |
| Bastonário  | Ordem dos Engenheiros          | Eng.º               | Profissional e Político     | Não                  | -           |
| <b>Presidente da Região Sul</b>                                     | <b>Ordem dos Engenheiros</b>   | <b>Eng.º</b>        | <b>Profissional</b>         | <b>Sim</b>           | <b>2:30</b> |
| <b>Vice-Presidente</b>  | <b>InCI</b>                    | <b>Dr.</b>          | <b>Político e Sectorial</b> | <b>Sim</b>           | <b>2:45</b> |
| Presidente  | Ordem dos Arquitectos          | Arq.º               | Profissional                | Não                  | -           |
| <b>ex-Presidente da Região Sul</b>                                  | <b>Ordem dos Engenheiros</b>   | <b>Eng.º</b>        | <b>Profissional</b>         | <b>Sim</b>           | <b>4:30</b> |
| <b>Director de Análise de Mercados</b>                              | <b>InCI</b>                    | <b>Dr.</b>          | <b>Político e Sectorial</b> | <b>Sim</b>           | <b>3:00</b> |
| Secretário de Estado das Obras Públicas, Transportes e Comunicações | Governo de Portugal            | Dr.                 | Político                    | Não                  | -           |
| <b>Direcção</b>   | <b>AECOPS</b>                  | <b>Eng.ª</b>        | <b>Sectorial</b>            | <b>Sim</b>           | <b>2:15</b> |

Foram solicitadas catorze entrevistas, sendo que sete delas foram aceites. As sete entrevistas concedidas foram efectuadas ao longo de um mês. O guião, bem como os apontamentos conseguidos durante as entrevistas, são apresentados em anexo. O guião da entrevista continha seis grupos de questões totalizando vinte e cinco perguntas e um espaço para comentários finais. O tempo previsto para cada entrevista era de uma hora e trinta minutos, acabando por ser, em média, duas horas e quarenta e cinco minutos.

No início de cada secção desta validação apresenta-se um quadro com as perguntas efectuadas e o tipo de respostas obtidas. Para melhor interpretação da tendência das respostas, consideraram-se dois tipos de respostas: a *detalhada* e a *simples*. A primeira é aquela em que o entrevistado desenvolve ideias ou opiniões susceptíveis de trazer um contributo ao trabalho desenvolvido pelo autor, sejam elas favoráveis ou desfavoráveis ao mesmo. A resposta *simples* é aquela em que o entrevistado responde de forma directa (concordo, sim ou não), afasta-se do assunto, ou foi perceptível pelo entrevistador uma divergência entre a pergunta colocada e a resposta obtida.

Na visão do autor, as respostas *simples* demonstram a coerência e o ajustamento do trabalho, não sentindo os entrevistados necessidade de tecer comentários. Já as respostas do tipo *detalhada* demonstram a vontade do entrevistado em acrescentar, complementar, discordar ou comentar o trabalho, materializando assim o princípio da entrevista com efeito bola de neve. Este tipo de resposta não indica porém se o entrevistado concorda ou discorda com o autor.

### 5.1. Definição de condicionantes

No primeiro grupo de questões, foram feitas cinco perguntas (Quadro 5.2). Dessas, duas contaram apenas com respostas do tipo *detalhada*. Estas perguntas obtiveram este tipo de respostas uma vez que era pedido aos entrevistados que fizessem uma escolha e a fundamentassem.

Quadro 5.2 - Respostas sobre a definição de condicionantes

| Perguntas  | Respostas |         |
|--|-----------|---------|
|  | Detalhada | Simples |
| Qual a sua opinião, em geral, acerca das condicionantes seleccionadas?       | 3         | 4       |
| Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a menos importante?     | 7         | 0       |
| Sendo a condicionante escolhida a menos importante, dispensá-la-ia da lista? | 1         | 6       |
| Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a mais importante?      | 7         | 0       |
| Na sua opinião, existe alguma condicionante que deveria ser acrescentada?    | 3         | 4       |

A opinião geral dos entrevistados sobre as condicionantes seleccionadas foi unânime: todos concordaram com a selecção, tendo três deles sublinhado (com respostas do tipo *detalhada*) a abrangência e o ajustamento das referidas condicionantes à realidade nacional.



A condicionante cultural foi aquela que mereceu menos consenso. Se por um lado houve um entrevistado a indicá-la como a condicionante mais importante das seleccionadas, houve três outros que consideraram ser a menos importante, havendo mesmo um entrevistado do grupo de recolha profissional que a dispensaria. Segundo o ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, a condicionante cultural é a condicionante mais importante, uma vez que é indispensável a mudança de comportamentos e atitudes para que se consiga efectuar uma implementação deste tipo. Já os entrevistados que vêem a condicionante cultural como a menos importante pertencem ao grupo sectorial e ao grupo profissional e argumentam que:

- A condicionante está muito presente nas restantes condicionantes, pelo que não tem necessidade de destaque (membro da Direcção da Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas (AECOPS));
- Em caso de obrigatoriedade de implementação, a questão cultural não é decisiva. Este facto já foi comprovado na implementação da contratação pública electrónica, efectuada pelo Instituto da Construção e do Imobiliário (InCI) (Director de Análise de Mercados do InCI);
- A cultura do sector ajusta-se facilmente desde que haja necessidade de mudança e novas posturas (Presidente da Região Sul da OE).

A condicionante comercial foi indicada por duas vezes como sendo a menos importante. Em ambos os casos por elementos do grupo sectorial. O primeiro dos argumentos apresentados é que a implementação não iria ter expressão, a curto prazo, nos processos comerciais do sector. O segundo argumento, que o autor do presente trabalho julga ser mais do foro operacional do que comercial, baseia-se na ideia que as empresas têm capacidade para reagir rapidamente e adaptar-se à obrigatoriedade. Para além das condicionantes cultural e comercial, foram ainda indicadas como sendo menos importantes, a condicionante social (por se tratar de uma inevitabilidade) e a técnica (por ser, na opinião do entrevistado, a de mais fácil adaptação). À excepção do Presidente da Região Sul da OE, que dispensaria a condicionante cultural, mais nenhum entrevistado retiraria da selecção a condicionante que considerou menos importante.

Ao contrário da condicionante cultural, a condicionante política foi bastante consensual: dos sete entrevistados, cinco escolheram-na como a condicionante mais importante e uma entrevistada escolheu-a como a segunda condicionante mais importante. A referida entrevistada, membro da Direcção da AECOPS, justifica a escolha para segundo plano apenas pela dependência política que Portugal tem do resto da Europa. A mesma entrevistada indica como primeira escolha a condicionante económica. Com um cargo de representação política e sectorial, o Vice-Presidente do InCI considera mesmo a condicionante política não só a mais importante, como mesmo determinante para todas as restantes condicionantes.

A condicionante financeira é considerada como a mais importante pela representante nacional e membro de excelência da *Europengineers*, pela falta de disposição que as empresas têm para investir, dada a situação actual do sector e do país. A mesma condicionante foi considerada pelo Director de Análise de Mercados do InCI como a segunda mais importante.

Das sete entrevistas realizadas, resultaram apenas três sugestões de condicionantes a acrescentar à selecção já existente (respostas do tipo *detalhada*):

- Institucional, separando-se da condicionante política. A condicionante institucional interpreta a forma como as instituições do Estado condicionam a implementação do BIM (Director de Análise de Mercados do InCI);
- *Stakeholders*, onde seriam identificadas as posições e possíveis interferências dos principais interessados e desinteressados na implementação (Presidente da Região Sul da OE);
- Regulatória: a qualidade da regulação e acompanhamento da implementação é determinante no seu sucesso (Vice-Presidente do InCI).

A primeira sugestão parece viável ao autor do presente trabalho, apesar do risco de agravar a complexidade de uma análise, já por si intrincada. A segunda, ainda que sendo do interesse do entrevistador estudá-la, a sua análise seria necessariamente polémica, o que poderia levar à redução da sua objectividade e, por consequência, rigor científico. A terceira e última afigura-se bastante interessante para análise futura.

## 5.2. Relevância das condicionantes

O segundo grupo de questões (Quadro 5.3) conta com perguntas de resposta directa, ao invés de ser pedida uma escolha ao entrevistado. Nesse sentido, a tendência das respostas é mais equilibrada, havendo números semelhantes de respostas do tipo *detalhada* e *simples*.

Quadro 5.3 - Respostas sobre a relevância das condicionantes

| Perguntas   | Respostas |         |
|---|-----------|---------|
|   | Detalhada | Simples |
| Aprofundando cada uma das condicionantes qual a sua opinião, em geral, acerca da relevância descrita? | 3         | 4       |
| Discorda de alguma das descrições de relevância?  | 5         | 2       |
| O que acrescentaria às descrições da relevância das condicionantes?                                   | 4         | 3       |

Todos os entrevistados concordaram com a generalidade das descrições das condicionantes. Tanto o Vice-Presidente como o Director de Análise de Mercados do InCI sublinharam, através de respostas do tipo *detalhada*, a boa fundamentação das condicionantes e indicaram que estas vão no sentido da evolução da contratação pública em Portugal. O Presidente da Região Sul da OE acrescentou que as considerações feitas na secção da relevância das condicionantes da

presente dissertação focam os aspectos mais importantes e preponderantes da realidade do sector (resposta do tipo *detalhada*).

No entanto, há pontos específicos dos quais alguns entrevistados discordaram (respostas do tipo *detalhada*):

- Social: os trabalhadores da função pública não irão ser dispensados mas sim reproveitados para outras posições dentro da função pública (Director de Análise de Mercados do InCI);
- Cultural: “Tradicionalmente, a cultura portuguesa tende a ser adversa à novidade”. Discordaram desta frase dois entrevistados (ex-Presidente da Região Sul da OE e membro da Direcção da AECOPS). Ambos os entrevistados consideraram que os portugueses são tão adversos à novidade como as pessoas de outras nacionalidades;
- Cultural: “(...) prevê-se pouca receptividade das empresas do sector à normalização”. Enquanto o Vice-Presidente do InCI discorda desta afirmação e afirma mesmo que as PME’s querem a mudança e esperam pela normalização, a representante nacional e membro de excelência da *Europengineers* sublinha a sua importância e veracidade;
- Educacional: devem ser considerados não só as universidades, mas também os politécnicos e o ensino profissional (ex-Presidente da Região Sul da OE);
- Política: a pressão do sector sobre os legisladores é uma questão do passado, sendo que hoje em dia não se aplica (membro da Direcção da AECOPS);
- Operacional: “as empresas apostam em estratégias de lucro menos claras”. Actualmente esses procedimentos já não são adoptados (membro da Direcção da AECOPS).

O autor da presente dissertação reconhece as discordâncias de opinião como um contributo positivo, uma vez que acrescentam conteúdo ao trabalho além do que melhoram a opinião do autor sobre o estado nacional do sector e da situação social portuguesa. O autor sublinha ainda que apenas uma das discordâncias é comum a dois entrevistados, sendo todas as restantes únicas e isoladas.

Apesar de ser comum a todos os entrevistados a opinião de que a relevância das condicionantes está bastante completa, os mesmos sugeriram que fosse acrescentado (respostas do tipo *detalhada*):

- Cultural: devia ter sido desenvolvido o tema da falta de colaboração e de visão de conjunto dos gabinetes de projectos de especialidades. Segundo a representante nacional e membro de excelência da *Europengineers*, este factor poderá dificultar

a implementação do BIM, uma vez que prevê que os referidos gabinetes tenham uma posição adversa à utilização do BIM e à multidisciplinariedade do projecto;

- Social: os trabalhadores da função pública são, segundo as estatísticas, mais envelhecidos do que os trabalhadores privados, o que poderá trazer dificuldades de adaptação às novas tecnologias (Director de Análise de Mercados do InCI);
- Económica: dada a melhor gestão orçamental do Estado e das instituições provocado pela implementação, haverá maior disponibilidade orçamental pública, o que poderá provocar um efeito de alavancagem económica (Director de Análise de Mercados do InCI);
- Social: sublinhar o possível aumento do emprego qualificado e do nível técnico do sector (ex-Presidente da Região Sul da OE);
- Educacional: as associações do sector devem ser o veículo das necessidades de formação em BIM. Nesse sentido devem determinar se essas necessidades são académicas, politécnicas ou profissionais (ex-Presidente da Região Sul da OE);
- Comercial: sublinhar as melhorias trazidas ao concurso público pela implementação do BIM (membro da Direcção da AECOPS);
- Económica: o modelo de funcionamento e operação do BIM nas obras públicas deve ser suportado por soluções que não acrescentem custos ao Estado. Neste sentido, o Presidente da Região Sul da OE sugere um modelo de gestão em que o orçamento poupado pela utilização do BIM vá para um fundo de gestão da implementação.

### 5.3. Interacções entre condicionantes

Acerca das interacções entre condicionantes (Quadro 5.4), houve convergência, tendo a maioria dos entrevistados dado o mesmo tipo de resposta. De facto, sendo este um tema central da dissertação, mereceu mais considerações, o que explica o número de respostas do tipo *detalhada*. No entanto, a tendência evidente na terceira pergunta demonstra que a análise das interacções é completa, do ponto de vista dos entrevistados.

Quadro 5.4 - Respostas sobre as interacções entre condicionantes

| Perguntas  | Respostas |         |
|--|-----------|---------|
|  | Detalhada | Simples |
| Qual a sua opinião, em geral, acerca das interacções entre condicionantes apontadas? | 6         | 1       |
| Discorda de alguma interacção apontada?  | 5         | 2       |
| Acrescentaria alguma interacção entre condicionantes?                                | 2         | 5       |

Todos os entrevistados concordam, em geral, com as interações entre condicionantes. Uma entrevistada, membro da Direcção da AECOPS, numa resposta do tipo *detalhada*, considera que a complexidade do tema pode tornar a análise repetitiva e hermética. Vários entrevistados sublinham (em respostas do tipo *detalhada*) a abrangência, a qualidade e a completude da análise, assim como a mais-valia do Quadro 3.1, que simplifica e sintetiza, ao mesmo tempo que esclarece o leitor. Tanto o ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações como o Vice-Presidente do InCI referem que através das interações se revela mais uma vez a importância da condicionante política.

Ainda assim, alguns dos entrevistados discordam, embora pontualmente (respostas do tipo *detalhada*):

- Segundo o Director de Análise de Mercados do InCI, após a implementação BIM o lucro das empresas tenderá a ser menor. Dada que esta entrevista foi a segunda a ser realizada, ao que acresce o interesse que a afirmação despoletou no autor do presente trabalho, este questionou os restantes entrevistados sobre o tema. Mais nenhum entrevistado concordou com esta opinião;
- Incentivos: o mesmo entrevistado referido no ponto anterior, discorda ainda da necessidade de incentivos, caso a implementação tenha carácter obrigatório. Esta opinião também é contrária à da maioria dos restantes entrevistados. Apesar de concordar com a aplicação de incentivos, o ex-Presidente da Região Sul da OE discorda que estes incentivos devam ser dados sob a forma de compensações fiscais. Como alternativas, sugere incentivos ao investimento, tais como subsídios e linhas de crédito bonificado;
- A entrevistada pertencente à Direcção da AECOPS discorda de certas tomadas de posição em relação ao empreiteiro e consequente estereótipo negativo que lhe é associado. Discorda ainda de alguns termos utilizados, por considerá-los demasiado fortes;
- Tanto o Presidente da Região Sul da OE como o Vice-Presidente do InCI discordam da interacção cultural-política descrita no quadro resumo. O primeiro admite a veracidade da frase mas aplicá-la-ia no passado e não no presente. Já o segundo entrevistado pensa que o período de escassez de obras que o país atravessa proporciona às empresas mais tempo para pensar estrategicamente no futuro.

Dois dos sete entrevistados propõem acrescentar interações ao trabalho que validaram (respostas do tipo *detalhada*). Na interacção entre a condicionante técnica e a comercial, a representante nacional e membro de excelência da *Europengineers* sugeriu que fosse estudada a forma como a utilização do BIM pode facilitar a aplicação do CCP. O segundo entrevistado, Director de Análise de Mercados do InCI, sugeriu que, em matéria de interacção entre a condicionante eco-

nómica e a condicionante social, fosse estudado o possível aumento de emprego resultante da exportação de conhecimentos que Portugal poderia conseguir, caso a implementação do BIM no país se desse antes da maioria dos outros países a efectivar.

#### 5.4. Proposta de metodologia de implementação

Sendo este o tema principal da presente dissertação (o que explica ser este o maior grupo de questões) as tendências são dignas de interpretação cuidada. As duas primeiras perguntas (Quadro 5.5) representam um dos alvos principais da validação: a proposta de metodologia de implementação ajusta-se à realidade? A tendência das respostas (a maioria delas do tipo *detalhada*) demonstra, só por si, a importância do tema. De facto, destas perguntas aparentemente de resposta directa (sim ou não), resultaram várias opiniões e comentários. Se por um lado a terceira, a quinta, a sexta e a sétima respostas demonstram anuência ao autor, já a tendência das respostas à quarta pergunta poderia sugerir o contrário. Contudo, das três respostas (que aparentemente demonstram a existência de três entrevistados a encontrar, na metodologia, uma proposta inadequada) duas delas são opostas, conforme se verá mais adiante.

Quadro 5.5 - Respostas sobre a proposta de metodologia de implementação

| Perguntas  | Respostas |         |
|--|-----------|---------|
|  | Detalhada | Simples |
| Qual a sua opinião em relação ao ajustamento da metodologia proposta à realidade nacional?   | 5         | 2       |
| Qual a sua opinião em relação à universalidade da metodologia proposta, uma vez que esta se predispõe a ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas? | 4         | 3       |
| A metodologia proposta divide-se em quatro fases. Na sua opinião esta divisão é adequada?  | 1         | 6       |
| Considera que alguma das propostas indicadas é inadequada?   | 3         | 4       |
| No caso de concordar com a proposta enquanto um todo, discorda de algum pormenor das suas descrições?  | 1         | 6       |
| Mudaria alguma das propostas indicadas para outra fase que não aquela que lhe foi atribuída?   | 1         | 6       |
| Tem alguma proposta a acrescentar?   | 2         | 5       |

A opinião acerca da metodologia de implementação proposta no presente trabalho é bastante consensual entre os entrevistados. De facto, todos eles acreditam na sua boa estruturação, no seu ajustamento à realidade nacional e na sua universalidade (enquanto metodologia a utilizar por outros Estados que não o português). Das opiniões recolhidas em respostas do tipo *detalhada* destacam-se ainda:

- A importância da proposta de ajustamentos à realidade nacional de cada país. Este ponto é sublinhado por vários entrevistados;
- Os prazos ajustáveis à realidade de cada país: apontado como sendo um ponto bastante pertinente por vários entrevistados;

- Vai ao encontro do que está a ser feito na contratação pública (Director de Análise de Mercados do InCI);
- Para aplicar a metodologia existe a necessidade de ser efectuado um levantamento, por parte do Governo, do estado da arte do panorama nacional (ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações);
- A metodologia proposta é ajustada aos países desenvolvidos mas não aos países do terceiro mundo, uma vez que nestes países faltará eventualmente muita legislação base até chegar ao ponto de se poder adoptar a metodologia que é proposta (membro da Direcção da AECOPS);

Todos os entrevistados concordam com a divisão da metodologia em quatro fases, à excepção do ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, que acrescentaria uma fase inicial (resposta do tipo *detalhada*) onde haveria uma discussão prévia para um balanço: “qual é o estado da arte em Portugal?”. A entrevistada membro da Direcção da AECOPS sublinhou a importância da fase de continuidade.

Questionados quanto à adequabilidade das propostas dentro de cada fase, foram sugeridas duas alterações (respostas do tipo *detalhada*). A primeira, indicada pelo Director de Análise de Mercados do InCI, é que os projectos-piloto deviam ser aplicados a entidades e não a obras. O autor da presente dissertação acredita que esta proposta é um bom contributo para a melhoria da implementação e que deve ser analisada. A segunda alteração sugerida é referente ao prazo de aplicação de cinco anos: se por um lado a representante nacional e membro de excelência da *Euroengineers* pensa que este prazo poderá ser curto para a realidade nacional portuguesa, já o Vice-Presidente do InCI acredita num prazo máximo de aplicação de três anos. Esta discordância de prazos demonstra a importância do estado da arte referida pelo ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, assim como a relevância do ajustamento à realidade nacional de cada país referido pelo autor.

A maioria dos entrevistados não discorda de nenhuma descrição incluída nas propostas, isto é, das alíneas de cada fase. Ainda assim, mesmo concordando com a proposta em si, o Director de Análise de Mercados do InCI argumenta que a proposta de formação de funcionários públicos vai contra o paradigma nacional (resposta do tipo *detalhada*). Na opinião do entrevistador, o facto de este ponto não coincidir com o que tem sido hábito até agora no país, não lhe retira o mérito nem a necessidade de aplicação.

O Presidente da Região Sul da OE anteciparia a proposta “comunicação” para o mais cedo possível, até mesmo antes da decisão política (resposta do tipo *detalhada*). Essa comunicação deveria ser alargada para que toda a indústria soubesse o que é o BIM. Embora o autor do presente trabalho concorde que a transparência e a partilha de informação são determinantes no processo de implementação do BIM, pensa ainda que a questão colocada é inviável. A razão da inviabili-

dade é a falta de fundos para comunicações à indústria de todas as eventuais propostas de implementação que o Governo tem que estudar. Deste modo, só depois da decisão política para avançar com a implementação poderá haver a tão necessária comunicação à indústria.

O mesmo entrevistado acrescentou ainda uma proposta (resposta do tipo *detalhada*) chamada “quadro de sustentabilidade”, a integrar na fase de preparação. Assim, estabelecer-se-ia um quadro de sustentabilidade económico-financeira da implementação do BIM.

O Director de Análise de Mercados do InCI acrescentaria (resposta do tipo *detalhada*), na fase de preparação e em primeiro lugar na sequência cronológica, o “agendamento”. O agendamento consistiria na recolha de pareceres e conhecimentos para a criação de um sumário executivo a apresentar à classe política decisora. Esses pareceres e conhecimentos seriam dados pelos agentes referidos pelo autor na proposta “recolha de conhecimentos”. Um dos pontos positivos que esta proposta revela é a possibilidade de, sendo mais informal, poder diminuir disputas de interesses, dado o seu estado embrionário.

### 5.5. *Standard*

O grupo de questões referente ao *standard* conta com três perguntas (Quadro 5.6). A tendência das respostas revela que há consonância com a generalidade das suas linhas de orientação. Questionados sobre se acrescentariam outras linhas de orientação, vários entrevistados deram respostas do tipo *detalhada*, sendo que apenas um deles respondeu directamente à pergunta, na opinião do autor. Deste modo, duas dessas respostas foram consideradas *simples* e posteriormente admitidas como sendo respostas à segunda pergunta. A tendência das respostas referentes à inadequabilidade das linhas de orientação foi a mais equilibrada, contando com quatro respostas do tipo *detalhada*. Uma destas respostas foi considerada pelo autor como pertencente ao tipo *simples* e colocada na última pergunta, uma vez que propunha, não uma alteração a uma linha de orientação, mas sim uma linha de orientação nova.

Quadro 5.6 - Respostas sobre o *standard*

| Perguntas   | Respostas |         |
|---|-----------|---------|
|   | Detalhada | Simples |
| De uma forma geral, concorda com as linhas de orientação indicadas no <i>standard</i> ? | 2         | 5       |
| Na sua opinião, alguma das linhas de orientação do <i>standard</i> é inadequada?        | 3         | 4       |
| Acrescentaria alguma linha de orientação?   | 1         | 6       |

Todos os entrevistados concordam com as linhas de orientação indicadas no *standard*. O Director de Análise de Mercados do InCI achou importante advertir que um *standard* tem que ter em conta as restrições à concorrência impostas pela União Europeia, não as promovendo (resposta do tipo *detalhada*). Questionado sobre o *standard* que estava a validar, foi de opinião que o mes-



mo cumpria as regras comunitárias. O mesmo entrevistado acrescenta que o *standard* vai ao encontro da Declaração de Manchester, de 2005, que indica a contratação electrónica como uma prioridade da União Europeia. O ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações salienta mesmo que “é absolutamente imprescindível e fundamental” a existência de um *standard* completo como é o proposto (resposta do tipo *detalhada*).

Questionados sobre a adequabilidade das linhas de orientação do *standard*, alguns entrevistados comentaram através de respostas do tipo *detalhada*:

- Caso haja múltiplas opções de escolha do *software* a utilizar, o dono de obra não deve ter essa escolha. A escolha deve recair unicamente no arquitecto (representante nacional e membro de excelência da *Europengineers*);
- A hipótese de, em vez de haver limites de custos, haver uma limitação por classe de alvará da empresa (Director de Análise de Mercados do InCI). Essa questão foi equacionada pelo autor durante o trabalho. No entanto, foi excluída dado que o uso de classes de alvará não é uma prática universal, o que limitaria o âmbito de aplicação da proposta da metodologia apresentada;
- Não deverá ficar à decisão do dono de obra a utilização do BIM por parte do empreiteiro. Esta deve ser obrigatória (ex-Presidente da Região Sul da OE);
- Deverá haver o cuidado de não limitar a aplicabilidade de uma tecnologia através do excesso de restrição pela legislação (Director de Análise de Mercados do InCI). Questionado sobre este facto, o entrevistado, apesar de ter salvaguardado esta posição, foi de opinião que o *standard* proposto não era restritivo;
- É necessário assegurar, no caso português, a compatibilização entre o BIM e as plataformas electrónicas já existentes (Vice-Presidente do InCI).

A maioria dos entrevistados sublinhou que o *standard* se apresenta bastante completo. No entanto, o Presidente da Região Sul da OE acrescentou uma linha de orientação sobre cadernos de encargos (resposta do tipo *detalhada*): devem ser exaustivos, precisos e concretos, uma vez que qualquer conflito é remetido para estes documentos. O entrevistador está de acordo com esta linha de orientação e acrescenta que os cadernos de encargos devem basear-se em exportações do modelo BIM.

Considerada inicialmente como uma resposta do tipo *simples*, a opinião da entrevistada membro da Direcção da AECOPS é, na visão do autor, um contributo para uma nova linha de orientação do *standard*: deve ser salvaguardado que a plataforma de entregas electrónicas seja única. Na actual contratação electrónica existem diferentes plataformas de entregas, o que tira transparência ao modelo de contratação. Esta situação deverá ser evitada na implementação BIM. O entrevistador concorda com esta linha de orientação e sublinha o seu carácter universal, podendo ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas.

## 5.6. Implementação, condicionantes e pressupostos

Sendo este grupo de questões constituído por perguntas de resposta aberta (Quadro 5.7), seria de esperar que todas as respostas fossem do tipo *detalhada*. Ainda assim, o autor da presente dissertação considera positivo que tenha havido duas respostas *simples* acerca dos inconvenientes da implementação (dois entrevistados não vêem inconvenientes de maior).

Quadro 5.7 - Respostas sobre a implementação, condicionantes e pressupostos

| Perguntas  | Respostas |         |
|--|-----------|---------|
|  | Detalhada | Simples |
| Quais considera serem os maiores obstáculos que a implementação desta metodologia encontraria?                           | 7         | 0       |
| Quais considera serem os maiores inconvenientes da implementação desta metodologia?                                      | 5         | 2       |
| Quais considera serem os maiores benefícios da implementação desta metodologia?  | 7         | 0       |
| Em que circunstâncias e com que pressupostos considera que esta metodologia terá as melhores condições para ter sucesso? | 7         | 0       |

Questionados sobre os maiores obstáculos que a implementação da metodologia proposta encontraria, os entrevistados indicaram:

- A falta de vontade de adaptação por parte dos gabinetes de projectos de especialidades (representante nacional e membro de excelência da *Europengineers*);
- A realidade do ambiente institucional: os organismos sujeitos à mudança correm o risco de ser prejudicados, o que pode pôr em causa o sucesso da implementação (Director de Análise de Mercados do InCI);
- A actual situação económica: a conjuntura económica actual é adversa, sendo assim difícil conseguir o apoio político necessário a uma implementação como a apresentada. Este obstáculo foi referido por vários entrevistados;
- A falta de reconhecimento por parte do Estado, enquanto entidade de regulação do mercado, do peso estratégico da área dos estudos e projectos (ex-Presidente da Região Sul da OE);
- A dificuldade de coordenação da legislação na implementação do BIM (membro da Direcção da AECOPS);
- A cultura, a política e os interesses económicos. Apesar de apenas o ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações ter referido directamente a relação entre a política e os interesses económicos, houve também outros entrevista-

dos que comentaram este obstáculo, ainda que não tenham querido incluí-lo nas suas respostas;

- O facto de nem sempre a transparência de informação ser desejada pelos intervenientes do sector (ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações);
- A falta de estabilidade nas instituições: a implementação do BIM requer estabilidade institucional. A actual falta de estabilidade institucional, devido às constantes entradas, saídas e mudanças de ideais políticos, torna o Estado inoperável (ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações);
- A politização dos projectos: as decisões muitas vezes não são tomadas com base em análises técnicas mas sim por questões políticas (ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações);
- O risco de reacção negativa do sector em face da nova mudança (para o BIM), após recente mudança para o CCP (Presidente da Região Sul da OE);
- O facto deste tipo de decisão estar dependente da tutela e da sua agenda política: havendo vontade administrativa, poder haver falta de vontade política para a implementação BIM, estando assim tudo nas mãos do decisor (Vice-Presidente do InCI).

Nem todos os entrevistados encontraram inconvenientes na implementação da metodologia proposta. Ainda assim, os inconvenientes indicados foram:

- Eventuais efeitos negativos em empresas e grupos profissionais (Director de Análise de Mercados do InCI);
- Os efeitos nefastos (e talvez inevitáveis) na produtividade das instituições (Director de Análise de Mercados do InCI);
- O esforço financeiro solicitado às empresas. Este inconveniente é apontado por diversos entrevistados;
- A provável revolução que a implementação significará para os projectistas (membro da Direcção da AECOPS);
- O aumento dos valores base de concurso, dada a melhor e atempada especificação do projecto. O entrevistador recorda que este aumento dos valores traduz a opinião de todos os entrevistados à excepção de um, o Director de Análise de Mercados do InCI, que prevê o oposto;
- A possível utilização abusiva da informação (ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações). O autor do presente trabalho acredita que este problema, podendo ser real, é também ultrapassável. O evento da informação ser detalhada obriga ao maior controlo do acesso à informação, não tendo necessariamente que ser um risco para a segurança das instalações, o que é demonstrado pe-

lo facto de ser conhecida a utilização de BIM em instalações de segurança sensível, tal como a construção de instalações militares e de segurança.

Os maiores benefícios da implementação do BIM considerados pelos entrevistados são:

- A maior eficiência reprodutiva do investimento público (Director de Análise de Mercados do InCI);
- A transparência no processo de concurso. Este benefício é apontado pela maioria dos entrevistados;
- A melhoria na definição do concurso (membro da Direcção da AECOPS);
- A promoção técnica do projecto (ex-Presidente da Região Sul da OE);
- A maior economia por parte do empreiteiro (membro da Direcção da AECOPS);
- O melhor conhecimento da realidade e consequente melhoria na eficiência e na qualidade da tomada de decisão (ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações);
- Eficácia macropolítica e macroeconómica (ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações);
- O aumento do rigor da informação (Vice-Presidente do InCI);
- A diminuição de erros e derrapagens nas obras públicas (Vice-Presidente do InCI).

Quando questionados acerca de quais as circunstâncias e os pressupostos em que a metodologia apresentada terá melhores condições para ter sucesso, os entrevistados consideraram:

- Circunstância: assim que houver um sinal de recuperação económica, para que não se volte a “velhos hábitos”. Pressuposto: haver, desde já, uma maior divulgação por todas as empresas dos objectivos da implementação. Assim, quando as circunstâncias forem as certas, tenderá a haver maior aceitação e compreensão da implementação (representante nacional e membro de excelência da *Europengineers*);
- Circunstância: o BIM ser obrigatório para todas as obras acima de um determinado valor, não devendo haver descidas até à obrigatoriedade total (Director de Análise de Mercados do InCI);
- Circunstâncias económicas favoráveis, nomeadamente com o crescimento do investimento e o aparecimento de novos projectos, pressupondo que haja um faseamento bem definido (ex-Presidente da Região Sul da OE);
- Circunstância: haver um plano para as obras públicas a médio prazo. Pressupostos: implementar o BIM ao mesmo tempo que se lança o referido plano de obras públicas, garantindo a organização desse o início desse mesmo plano. No entanto,

o pressuposto mais importante seria a real predisposição para tornar o BIM numa aposta estratégica do país (membro da Direcção da AECOPS);

- Circunstância: numa fase inicial de um novo Governo, isto é, logo após a sua eleição. Pressuposto: ter objectivos claros de aumento da eficiência da administração pública (ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações);
- Circunstância: Numa situação de abundância de mercado, num ciclo sem retracção económico-financeira que seja favorável a uma pré-disposição para decisões políticas. Pressuposto: haver a referida pré-disposição (Presidente da Região Sul da OE);
- Circunstância: a actual. O momento é propício ao estudo de novas práticas e metodologias de projectar e construir, precisamente por se tratar de um período de escassez de trabalho, o que permite às empresas uma introspecção e tornarem-se mais transparentes e competitivas. Pressuposto: tratar-se da altura ideal para fazer com que o sector cresça com boas práticas, desde o início da retoma (Vice-Presidente do InCI).

## 5.7. Comentários

Em fase final das entrevistas, foi ainda dada a oportunidade aos entrevistados para comentários finais. Cinco sentiram-se motivados a fazê-lo através de respostas do tipo *detalhada*:

- O InCI, o instituto regulador das obras públicas em Portugal, também já tem agendado o BIM (Director de Análise de Mercados do InCI);
- O trabalho validado tem o maior interesse, face às respostas que pode dar às necessidades do sector, permitindo que este reconheça a necessidade de valorizar a implementação do BIM (ex-Presidente da Região Sul da OE);
- Toda a organização do sector das obras públicas pode ser valorizada com a implementação das plataformas BIM (ex-Presidente da Região Sul da OE);
- “A proposta é absolutamente interessante e vai ao encontro das nossas preocupações. É continuar a estudar o assunto e divulgar os seus resultados.” É sugerido o aprofundamento do tema da presente dissertação e a sua divulgação, dada a sua relevância (ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações);
- A fragilidade principal do BIM é a falta da sua divulgação e informação. Assim, para uma adopção global, é necessária a sensibilização (Presidente da Região Sul da OE);
- Proposta de futuros campos de pesquisa: sinergias Pronic-BIM (Vice-Presidente do InCI);

- O BIM está na área de interesse do InCI. Juntamente com plataforma de contratação pública e o Pronic, o BIM completa o circuito da contratação pública (Vice-Presidente do InCI).

## 6. CONCLUSÕES

Pelo mundo fora, vários países já tornaram o BIM obrigatório nas suas obras públicas. Uns através de alterações da lei, como Singapura e os EUA; outros através da criação de orientações e directivas, como a Finlândia e a Noruega. Muitos fazendo uso de IFC, tal como fizeram Hong Kong e a Dinamarca. Outros tantos aplicando limites máximos ao custo do empreendimento a partir dos quais o projecto terá que ser executado sobre plataforma BIM, que é o que se passa na Holanda e na Finlândia. Alguns países, como a Austrália, a China, a Suécia e a África do Sul, utilizaram o BIM apenas em projectos-piloto. Há ainda países, como os Emirados Árabes Unidos, em que é o sector privado que aposta na implementação do BIM e outros, como a Índia, que têm como intuito exportar os seus serviços. Existem até governos, como o do Reino Unido, a implementar o BIM com o objectivo de reduzir emissões de carbono. Todos estes países têm em comum a forte aposta na I&D do BIM como base para as suas estratégias de crescimento.

Ainda assim, apesar de toda a experiência já acumulada nos países mencionados, não existe nenhuma metodologia, estrutura ou modelo que dê orientações gerais sobre a implementação ou que garanta o sucesso da mesma.

Os principais objectivos da presente dissertação consistem em sistematizar um conjunto de condicionantes a ter em conta num processo desta natureza e em propor uma metodologia capaz de conduzir ao sucesso de uma implementação do BIM como plataforma obrigatória em obras públicas de um país.

Para atingir esses objectivos é apurado, analisado e discutido o impacto das condicionantes no sucesso da implementação do BIM, bem como as suas interações, tendo em conta todas as entidades envolvidas no ciclo de vida de uma edificação. É ainda feita uma análise da implementação do BIM nos diferentes países do mundo que já o aplicam. Através de uma revisão da literatura, são analisados e comparados os casos da Dinamarca, da Finlândia, da Holanda, da Noruega, de Singapura, do Reino Unido e dos Estados Unidos da América. Em face dos resultados, são estudadas as condições para que o BIM seja eficazmente implementado no sector das obras públicas de um determinado país.

Deste modo, são identificadas as medidas que contribuíram para o sucesso de cada implementação em particular, bem como os aspectos que lhe tenham sido desfavoráveis. É então estudada a melhor forma de conjugar essas medidas positivas numa metodologia única e universal, salvaguardando as idiossincrasias do sentir colectivo de cada país, visto que é com pessoas e para pessoas que a mudança é feita.

Daqui resulta a apresentação de uma metodologia para a implementação efectiva do BIM como plataforma obrigatória para concursos públicos a nível nacional. A metodologia proposta é

validada através de entrevistas em profundidade com efeito bola de neve a um painel de representantes do sector.

As hipóteses de estudo verificam-se, os objectivos propostos foram atingidos e as questões levantadas no início do presente trabalho foram respondidas.

À semelhança do que se passa em vários países do mundo, Portugal terá todo o interesse em adoptar plataformas BIM nas suas obras públicas. As vantagens, inúmeras, vão da maior transparência nos processos de concurso à poupança de recursos, sem esquecer a modernização e melhoria da capacidade concorrencial do tecido empresarial do sector da construção civil.

Caberá ao Estado exigir que nos concursos de obras públicas todos os elementos sejam entregues em plataformas BIM, o que constitui o objectivo principal e o cerne de todas as vantagens da implementação. A transição da situação actual para a obrigatoriedade do BIM terá de ser tanto gradual e escalonada como firme e assertiva. Maximizam-se assim as possibilidades de êxito. Através da utilização das plataformas BIM, conseguem alcançar-se processos de construção mais rigorosos, controlados e transparentes.

Para otimizar a transparência do processo é essencial que, tal como acontece em todos os casos estudados, as entregas sejam conseguidas em formatos abertos IFC, deixando assim à decisão de cada um a escolha das aplicações proprietárias utilizadas.

É igualmente responsabilidade do Governo adaptar a legislação de obras públicas às exigências e particularidades da utilização do BIM. Serão necessárias reformas no sistema educativo com vista à criação de cursos, especializações e acções de formação a vários níveis, por forma a equipar o país com técnicos competentes nesta área.

É essencial que o Estado informe atempadamente os agentes envolvidos acerca da calendarização programada e dos objectivos a atingir, para que estes tenham tempo de se preparar para as mudanças necessárias e alterem os seus processos operacionais. Impõe-se escalonar os valores das obras a partir dos quais a aplicação do BIM é obrigatória e reduzir gradualmente esses valores ao longo do tempo, até que todas as obras públicas do país sejam feitas aplicando esta metodologia. Devem ainda ser definidos quais os objectivos a atingir no fim da implementação assim como os prazos para os alcançar. A chegada à segunda fase de maturidade da implementação é vista pelo autor como uma meta determinante, uma vez que a partir desta os utilizadores começam a compreender por si as capacidades do BIM e a ser confrontados com os seus benefícios.

Em ambiente de contenção de custos, o BIM poderá ser uma oportunidade ainda mais importante para apostar no crescimento sustentado da indústria; a reestruturação do processo de colaboração entre as várias partes envolvidas no projecto irá estimular a transparência, a produtividade e, consequentemente promover a imagem do sector.



## 6.1. Limitações do estudo

A aplicação da metodologia proposta pressupõe uma intervenção governamental e é limitada às empreitadas públicas, mediante adaptações às condicionantes de cada país.

### 6.1.1. Relação custo-benefício

Era intuito da presente dissertação fazer uma relação custo-benefício da implementação do BIM, como plataforma obrigatória para concursos públicos em Portugal.

Para este fim foram contactados os mais variados órgãos: Secretaria de Estado das Obras Públicas, Transportes e Comunicações; Ordem dos Engenheiros; Ordem dos Arquitectos; Ordem dos Engenheiros Técnicos; Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas; Instituto da Construção e do Imobiliário, entre outros.

Foram contactadas também várias empresas de diversas áreas de actividade: distribuidoras de *software*, produtoras de *software*, empresas de formação, empresas públicas de urbanismo, câmaras municipais, gabinetes de projecto, empresas de construção e empresas de fiscalização.

Dos vários contactos efectuados ao longo de cerca de cinco meses nenhum deles acabou por produzir resultados para o estudo da relação custo-benefício, pelo que o mesmo teve que ser abandonado.

### 6.1.2. Idioma

Poderiam ter sido estudados mais casos, nomeadamente o de Hong Kong, o da Suécia e o da China. No entanto, a limitação linguística mostrou-se determinante. Mesmo recorrendo a *softwares* de tradução pagos, a tradução dos textos em idiomas não compreendidos pelo autor para linguagem técnica universal mostrou-se impossível.

## 6.2. Futuros campos de pesquisa

Como futuros campos de pesquisa sugere-se:

- A aplicação da metodologia proposta no presente trabalho a um caso de estudo, de preferência o português. Este campo de pesquisa é sugerido sabendo, à partida, as implicações de ter como caso de estudo todo um país. Não sendo esta uma situação simples nem trivial, é, ainda assim, desejável;
- A análise exaustiva ao CCP e a identificação de quais as mudanças necessárias para que os concursos públicos em Portugal utilizem plataformas BIM;
- O estudo do impacto da utilização BIM nos contratos concessão-manutenção portugueses. Dado que o BIM pode levar a grandes melhorias na fase de manutenção (tornando-a mais eficiente), importa saber quais os impactos nos preços para o dono de obra (Estado) da utilização do BIM nestes contratos.

- O estudo das sinergias entre a plataforma Pronic e a plataforma BIM. Durante as entrevistas para a validação, o autor teve conhecimento das potencialidades que as duas plataformas podem ter em conjunto, completando-se. Interessa portanto estudar em pormenor de que forma o Pronic e o BIM podem criar pontes entre si, otimizando as suas sinergias e assim o seu potencial enquanto conjunto.

## BIBLIOGRAFIA

American Institute of Architects - *Integrated Project Delivery: A Guide*. American Institute of Architects, San Francisco, 2007.

ANG, G. K. I.; COURTNEY, R. G.; SPEKKINK, D.; DE KORT, I. A. T.; KOOLWIJK, J. S. J. e KEIZER, M. - *Inventory of international reforms in building and construction*. PSIB Programmabureau e VROM Rijksgebouwendienst, Haia, 2004.

ASSAF, S.; AL-KHALIL, M. e AL-HAZMI, M. - *Causes of Delay in Large Building Construction Projects*. Journal of Management in Engineering, vol. 11, nº 2, págs. 45-50. 1995.

Autodesk - *BIM's return on investment*. Autodesk, 2007.

Autodesk - *AEC en BIM*, 2009.

<http://www.itannex.com/uploads/general/Image/algemeen/AEC-en-BIM.jpg> (15/07/2012).

Autodesk - *BIM solutions for building construction - building a better world*. Autodesk, 2009.

[http://images.autodesk.com/emea\\_nw\\_w\\_main/files/bim\\_for\\_building\\_construction\\_brochure\\_us\\_en.pdf](http://images.autodesk.com/emea_nw_w_main/files/bim_for_building_construction_brochure_us_en.pdf) (08/Julho/2012).

AZEVEDO, O. - *Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direcção Técnica de Obras*. Universidade do Minho, Guimarães, 2009.

AZHAR, S.; HEIN, M. e SKETO, B. - *Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges*. Auburn University, Auburn, 2008.

AZHAR, S. - *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry*. Leadership and Management in Engineering, págs. 241-252. 2011.

BABIC, N.; PODBREZNIK, P. e REBOLJ, D. - *Integrating resource production and construction using BIM*. Automation In Construction, vol. 19, nº 5, págs. 539-543. Elsevier Science Bv, 2010.

BALDWIN, J.; MANTHEI, J.; ROTHBART, H. e HARRIS, R. - *Causes of delay in the Construction Industry*. Journal of Construction Division, vol. 97, nº CO2, págs. 177-185. 1971.

Banco de Portugal - *Relatório do conselho de administração: a economia portuguesa em 2011*. Banco de Portugal, Lisboa, 2011.

BARZELAY, M. - *The new public management. Improving research and policy dialog*. University of California Press, Berkeley, 2001.

BAZJANAC, V. - *Impact of the U.S. National Building Information Model Standard (NBIMS) on building energy performance simulation*. University of California, Building Simulation 2007 Conference, Berkeley, pp.1377-1382. 2007.

BECERIK-GERBER, B. e RICE, S. - *The perceived value of building information modeling in the U.S. building industry*. Journal of Information Technology in Construction, nº 15, págs. 185-201. 2010.

BIRX, G. - *How Building Information Modeling Changes Architecture Practice: Best Practice*. AIA, 2006.

Building and Construction Authority - *Build Smart, a construction productivity magazine* #9. Building and Construction Authority, 2011.

buildingSMART - *Newsletter #6*. buildingSMART, 2011.  
<http://buildingsmart.com/news/newsletter-6> (07/03/2012).

buildingSMART - *Model - Industry Foundation Classes (IFC)*. buildingSMART, 2012.  
<http://buildingsmart.com/standards/ifc> (10/07/2012).

buildingSMART - *The BIM Evolution Continues with OPEN BIM*. buildingSMART, 2012.

buildingSMART Internacional - *buildingSMART International — buildingSMART*. buildingSMART International, 2012. <http://buildingsmart.com/about-us> (20/04/2012)

Cabinet Office - *Government Construction Strategy*. BIS, HM Government, London, 2011.

Cabinet Office BIM Task Group - *A report for the Government Construction Client Group*. Department of Business, Innovation and Skills, 2011.

CHAN, D. e KUMARASWAMY, M. - *Compressing Construction Durations: Lessons Learned from Hong Kong Building Projects*. International Journal of Project Management, vol. 20, nº 1, págs. 23-35. 2002.

CHEN, D.; DOUMEINGTS, G. e VERNADAT, F. - *Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future*. Computers In Industry, vol. 59, nº 7, págs. 647-659. Elsevier Science Bv, 2008.

CIFE - *Case Studies on the Implementation & Benefits of 3D and 4D CAD*. S. CIFE, 2005.

CLEMENTE, J. - *Sinergias BIM-Lean na redução dos tempos de interrupção de exploração em obras de manutenção de infraestruturas de elevada utilização – um caso de estudo*. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Almada, 2012.

Comissão Europeia - *The single market review. Dismantling of barriers. Public procurement*. Office for Official Publications of the European Communities, Londres, 1997.

Comissão Europeia - *European economic statistics*. 2010th Edição. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2011.

COUTO, J. - *Incumprimento dos prazos na construção*. PhD. Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Guimarães, 2006.

COUTO, J. e TEIXEIRA, J. - *As Consequências do Incumprimento dos Prazos para a Competitividade da Indústria de Construção: Razões para os Atrasos*. Universidade do Minho, Guimarães, 2006.

DE LA CRUZ, M.; DEL CAÑO, A. e DE LA CRUZ, E. - *New paradigms for public procurement of construction projects in the United Kingdom - potential applicability in Spain*. Canadian Journal of Civil Engineering, vol. 35, nº 3, págs. 276-286. National Research Council Canada, NRC Research Press, 2008.

Det Digitale Byggeri - *Digital Construction: A Danish government initiative, English introduction*, 2010.

EASTMAN, C.; FISHER, D.; GILLES, L.; LIVIDINI, J.; STOKER, D. e YESSIOS, C. - *An Outline of the Building Description System*. RP-50. Carnegie-Mellon University, Institute of Physical Planning, Pittsburgh, 1974.

EASTMAN, C.; LEE, G. e SACKS, R. - *Development of a Knowledge-Rich CAD System for the North American Precast Concrete Industry*. Georgia Institute of Technology, ACADIA 2003.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. e LISTON, K. - *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Primeira Edição. Vol. 1. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2008.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. e LISTON, K. - *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Segunda Edição. Vol. 1. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2011.

EASTMAN, C. - *Modeling of buildings: evolution and concepts*. Automation in Construction, vol. 1, nº 2, págs. 99-109. 1992.

EGAN, J. - *Rethinking Construction: The report of the construction task force*. Department of Trade and Industry, London, 1998.

FISCHER, M. e KAM, C. - *Product Model and Fourth Dimension (PM4D) Final Report*. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford, 2002.

FORD, S.; AOUAD, G.; KIRKHAM, J.; BRANDON, P.; BROWN, F.; CHILD, T.; COOPER, G.; OXMAN, R. e YOUNG, B. - *An information engineering approach to modelling building design*. Automation in Construction, vol. 4, nº 1, págs. 5-15. 1995.

FULCHER, M. - *Morrell: BIM to be mandatory for all £5m+ public buildings*. Architects Journal, 2011. <http://www.architectsjournal.co.uk/news/daily-news/morrell-bim-to-be-mandatory-for-all-5m-public-buildings/8614890.article> (05/10/2011).

GALLAHER, M.; O'CONNOR, A.; DETTBARN, J. e GILDAY, L. - *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*. National Institute of Standards and Technology, U.S. Commerce Department, Gaithersburg, Maryland, 2004.

GIEL, B.; ISSA, R. R. A. e OLBINA, S. - *Return on investment analysis of building information modeling in construction*, The International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE), Nottingham, pp.153-158. 2010.

GOLDIE-SCOT, H. - *Briefing: Corruption in construction in developing countries*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Municipal Engineer, vol. 161, nº 4, págs. 211-213. Thomas Telford Publishing, 2008.

Government Clients of the AEC/FM Industry - *Statement of Intention to Support Building Information Modeling With Open Standards*. Public Statement. Washington, DC, 2007.

GRILO, A.; JARDIM-GONÇALVES, R. e CRUZ-MACHADO, V. - *Analysis of Interoperability Value Proposition in the Architectural, Engineering and Construction Sector*, IEEE, 2009.

GRILO, A. e JARDIM-GONÇALVES, R. - *Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments*. Automation In Construction, vol. 19, nº 5, págs. 522-530. Elsevier Science Bv, 2010.

GRILO, A. e VALADARES TAVARES, L. - *O Building Information Model e a Competitividade do Sector da Construção*. Lisboa, OPET, 2008.

HAM, N.-H.; MIN, K.-M.; KIM, J.-H.; LEE, Y.-S. e KIM, J.-J. - *A Study on Application of BIM (Building Information Modeling) to Pre-design in Construction Project*. 3rd International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology, pp.42-49. 2008.

HANNELE, K.; REIJO, M.; TARJA, M.; SAMI, P.; JENNI, K. e TEIJA, R. - *Expanding uses of building information modeling in life-cycle construction projects*. IOS Press, nº 41, págs. 114-119. 2012.

HM Government - *Low Carbon Construction: Executive Summary*. Innovation & Growth Team, HM Government, London, 2010.

HM Government - *Enabling the Transition to a Green Economy: Government and business working together*. HM Government, London, 2011.

HOWARD, R. e BJÖRK, B.-C. - *Building information modelling – Experts' views on standardisation and industry deployment*. Advanced Engineering Informatics, vol. 22, nº 2, págs. 271-280. 2008.

HOWELL, I. e BATCHELER, B. - *Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations*. The Laiserin Letter, 2005.

HOWELL, I. e BATCHELER, B. - *Building Information Modeling Two Years Later - Huge Potencial, Some Success and Several Limitations*. 2008.

HUI, D. - *Electronic Submission Of Building Plans & Documents For Regulatory Approval*. Building Plan Department, Commissioner of Building Control, 2002.

- KIVINIEMI, A.; TARANDI, V.; KARLSHOJ, R.; BELL, H. e KARUD, O. - *Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM*. Erabuild, 2008.
- KLETTNER, A. - *Angela Brady: 'We need to start being a profession that looks out, not in'*. Building Design, 2011. <http://www.bdonline.co.uk/news/profile/angela-brady-we-need-to-start-being-a-profession-that-looks-out-not-in/5023898.article> (20/08/2012).
- LEE, G.; PARK, H. e WON, J. - *D-3 City project - Economic impact of BIM-assisted design validation*. Automation In Construction, vol. 22, págs. 577-586. Elsevier Science Bv, 2012.
- LINDEROTH, H. - *Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks*. Automation In Construction, vol. 19, nº 1, págs. 66-72. Elsevier Science Bv, 2010.
- LOVE, P.; EDWARDS, D.; SMITH, J. e WALKER, D. - *Divergence or Congruence? A Path Model of Rework for Building and Civil Engineering Projects*. Journal of Performance of Constructed Facilities, vol. 23, nº 6, págs. 480-488. 2009.
- LOVE, P. e IRANI, Z. - *Evaluation of IT costs in construction*. Automation In Construction, vol. 10, nº 6, págs. 649-658. Elsevier Science Bv, 2001.
- MADEIRA, P. - *Building Information Modeling: Oportunidades e Desafios para Projectistas e Donos de Obra em Portugal*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Almada, 2011.
- MADSEN, J. - *Build Smarter, Faster, and Cheaper with BIM*. Buildings Magazine, nº 102, 2008.
- MAJID, A. e ZAIMI, M. - *Non-Excusable Delays in Construction*. PhD Thesis. Southborough University of Technology, Loughborough, UK., 1997.
- MCADAM, B. - *Building Information Modeling: The UK legal context.*, págs. 246-259. 2010.
- MCAULEY, B.; HORE, A. e WEST, R. - *Implementing Building Information Modeling in Public Works Projects in Ireland*. Dublin Institute of Technology. 9th European Conference on Product and Process Modelling, Reykjavik 2012.
- MCLAUGHLIN, K.; OSBORNE, S. P. e FERLIE, E. - *New public management. Current trends and future prospects*. Routledge, New York, 2002.
- MIHINDU, S. e ARAYICI, Y. - *Digital construction through BIM systems will drive the re-engineering of construction business practices*. Págs. 29-34., IEEE computer society, 2009.
- MøLLER, J. - *BIM lab: A Knowledge Center for Building Information Modelling*. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering, Lyngby, 2007.
- MORGAN, M. e MORRISON, M. - *Models as Mediators - Perspectives on Natural and Social Science*. Cambridge, Cambridge University Press, 1999.
- MOURA, H. e TEIXEIRA, J. - *Competitividade e Incumprimentos das Funções de Gestão na Construção*. 3º Congresso Construção, Coimbra, p.13. 2007.

MOW, A. e NAYLOR, K. - *Navigating the Legal Landscape of BIM*. DesignIntelligence, 2010. [http://www.di.net/articles/archive/navigating\\_legal\\_landscape\\_bim/](http://www.di.net/articles/archive/navigating_legal_landscape_bim/) (07/07/2012).

Penn State BIM Thesis Information, 2009. <http://www.engr.psu.edu/ae/thesis/bim.htm> (04/09/2012).

PENTTILÄ, H. - *Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression*. Electronic Journal of Information Technology in Construction, vol. 11, págs. 395-408. 2006.

PEREZ, C. - *Technological Revolution and Financial Capital - The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing Limited, 2002.

REIS CAMPOS, M. - *AICCOPN quer construção como motor da economia*. Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas, s/d. [http://www.aiccopn.pt/news.php?news\\_id=739](http://www.aiccopn.pt/news.php?news_id=739) (15/03/2011).

RIANO, J. e HODNESS, R. - *Bribe Payers Index*. Transparency International, Berlin, 2008.

Rijksgebouwendienst - *GBA BIM standard*. Rijksgebouwendienst, 2012. [http://rgd.nl/fileadmin/redactie/Onderwerpen/Diensten/BIM/BIM2012\\_EN\\_120605\\_ppt.ppt](http://rgd.nl/fileadmin/redactie/Onderwerpen/Diensten/BIM/BIM2012_EN_120605_ppt.ppt) (21/07/2012).

SACKS, R.; EASTMAN, C.; LEE, G. e ORNDORFF, D. - *A target benchmark of the impact of three-dimensional parametric modeling in precast construction*. Pci Journal, vol. 50, nº 4, págs. 126-139. Precast/Prestressed Concrete Inst, 2005.

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B. e OWEN, R. - *Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction*. Journal of Construction Engineering and Management - ASCE, vol. 136, nº 9, págs. 968-980. American Society of Civil Engineers, 2010.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M. e BARAK, R. - *Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction*. Automation In Construction, vol. 19, nº 5, págs. 641-655. Elsevier Science Bv, 2010.

SACKS, R. e BARAK, R. - *Impact of three-dimensional parametric modeling of buildings on productivity in structural engineering practice*. Automation In Construction, vol. 17, nº 4, págs. 439-449. Elsevier Science Bv, 2008.

SACKS, R. e WARSZAWSKI, A. - *A project model for an automated building system: design and planning phases*. Automation in Construction, vol. 7, nº 1, págs. 21-34. Elsevier Science Bv, 1997.

SANTO, F. - *Recomendações da Ordem dos Engenheiros para a redução dos desvios de custos e de prazos nas empreitadas de obras públicas*. Ordem dos Engenheiros, Lisboa, 2006.

Senaatti-kiinteistöt - *Senate Properties in brief*. Senaatti-kiinteistöt, 2010. <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=2&docID=135> (01/02/2012).

Senate Properties - *Senate Properties: BIM Requirements 2007*. Senate Properties, 2007.



- Senate Properties - *Senaatti-kiinteistöt - Senate Properties' BIM requirements 2007*. Senaatti-kiinteistöt, 2010. <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=2&docID=517> (01/02/2012).
- Singapore Government - *IT Standards MOU*. BCA/CORENET Website, 2006. [http://www.corenet.gov.sg/it\\_standards/iai/iai\\_memoran.html](http://www.corenet.gov.sg/it_standards/iai/iai_memoran.html) (17/02/2012).
- Singapore Government - *CORENET e-Submission FAQs*. BCA/CORENET Website, 2008. [http://www.corenet.gov.sg/integrated\\_submission/esub/esub\\_faqs.html](http://www.corenet.gov.sg/integrated_submission/esub/esub_faqs.html) (16/02/2012).
- Singapore Government - *CORENET e-Submission System*. BCA/CORENET Website, 2009. <https://www.corenet-ess.gov.sg/ess/> (16/02/2012).
- Singapore Government - *CORENET e-Information System*. BCA/CORENET Website, 2011. <http://www.corenet.gov.sg/einfo/> (15/02/2012).
- Singapore Government - *BCA eCatalogue*. BCA/CORENET Website, 2012. <http://www.corenet.gov.sg/ecatalog/> (15/02/2012).
- Singapore Government - *Building and Construction Authority - Electronic National Productivity and Quality Specifications (eNPQS)*. BCA/CORENET Website, 2012. <http://www.corenet.gov.sg/enpqs/> (15/02/2012).
- Statsbygg - *Statsbygg Building Information Modelling Manual Version 1.2 (SBM1.2)*. Manual. Statsbygg, Oslo, 2011.
- Statsbygg - *Statsbygg's objectives and key strategies 2011-2015*. Statsbygg, Oslo, 2011.
- Statsbygg - *English - Statsbygg*. Startside - Statsbygg, 2012. <http://www.statsbygg.no/System/Topp-menyvalg/English/> (29/05/2012).
- SUCCAR, B. - *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. Automation In Construction, vol. 18, nº 3, págs. 357-375. Elsevier Science Bv, 2009.
- SWEIS, G.; SWEIS, R.; ABU-HAMMAD, A. e SHBOUL, A. - *Delays in construction projects: The case of Jordan*. International Journal of Project Management, vol. 26, nº 6, págs. 665-674. 2008.
- TABORDA, P. e CACHADINHA, N. - *BIM nas Obras Públicas do Reino Unido*. eUAU!, vol. 18, pág. 7, 2011.
- TAYLOR, J. - *Antecedents of successful three-dimensional computer-aided design implementation in design and construction networks*. Journal of Construction Engineering and Management - ASCE, vol. 133, nº 12, págs. 993-1002. American Society of Civil Engineers, 2007.
- TORRES, L. e PINA, V. - *Reshaping Public Administration: The Spanish Experience Compared to the UK*. Public Administration, vol. 82, nº 2, págs. 445-464. Blackwell Publishing Ltd/Inc., 2004.

Tribunal de Contas - *Auditoria a empreendimentos de obras públicas por gestão directa: conclusões e recomendações do Tribunal de Contas*. Tribunal de Contas, Lisboa, 2009.

University of Salford Manchester MSc/PgDip/PgCert BIM and Integrated Design, 2011.  
<http://www.salford.ac.uk/courses/bim-and-integrated-design?mode=ov> (04/09/2012).

VAN RILLAER, D.; BURGER, J.; PLOEGMAKERS, R. e MITOSI, V. - *Rijksgebouwendienst Building Information Model Standard*. Rijksgebouwendienst, Ministry of the Interior and Kingdom Relations, The Hague, 2012.

WICKERSHAM, J. - *Legal and Business Implications of Building Information Modeling (BIM) and Integrated Project Delivery (IPD)*. BIM-IPD legal and business issues, págs. 1-9, 2009.

WONG, A.; WONG, F. e NADEEM, A. - *Comparative Roles of Major Stakeholders for the Implementation of BIM in Various Countries*. Proceedings of the CIB conference changing roles, Noordwijk aan Zee, The Netherlands, vol. 1, nº 1, págs. 23-33. 2009.

WONG, A.; WONG, F. e NADEEM, A. - *Government roles in implementing building information modelling systems: Comparison between Hong Kong and the United States*. Construction Innovation: Information, Process, Management, vol. 11, nº 1, págs. 61-76., 2011.

WSP Group - *WSP Group*. BIM: BIM around the world, 2012.  
<http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-bim/BIM-around-the-world/> (16/02/2012).

YANG, Z. e WANG, G. - *Cooperation between Building Information Modeling and Integrated Project Delivery Method Leads to Paradigm Shift of AEC Industry*, pp.1-4. 2009.

YOUNG, N.; JONES, S.; BERNSTEIN, H. e GUDGEL, J. - *The Business Value of BIM - Getting Building Information Modeling to the bottom line*. SmartMarket. McGraw-Hill Construction, New York, 2009.

ZHAO, X.; W., K. e LIU, Y. - *Review of the development of BIM in USA*, Hong Kong Polytechnic Univ, 2009.

## ANEXOS

### Anexo 1 – Apontamentos da primeira entrevista: Arq.<sup>a</sup> Carla Simões

*In depth interview with snowball effect*

*Arq.<sup>a</sup> Carla Simões,  
Representante nacional e membro de excelência da Europengineers*

**Grupos de Recolha:** Cargo de representação sectorial internacional.

**Objectivo da entrevista:** Obter o parecer da entrevistada, enquanto representante nacional e membro de excelência da Europengineers, com a finalidade de validar a dissertação do entrevistador. A validação incidirá sobre a definição, a relevância e as interações entre condicionantes assim como sobre a proposta de metodologia de implementação do BIM enquanto plataforma obrigatória para as obras públicas de um país.

**Resultados pretendidos:** Contextualizar as propostas e aferir o seu ajustamento à realidade actual.

- **Definição das condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das condicionantes seleccionadas?

Tudo bem elencado e adequado à realidade das condicionantes.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a menos importante? Fundamente por favor.

Comercial: É a condicionante que terá menos impacto a curto prazo. Irá levar anos até surgirem diferenças comerciais no sector.

- Sendo a condicionante escolhida a menos importante, dispensá-la-ia da lista?  
Não.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a mais importante? Fundamente por favor.

Financeira, sem qualquer dúvida: As empresas não estão dispostas a investir.

- Na sua opinião, existe alguma condicionante que deveria ser acrescentada? Fundamente por favor.

Não.

- **Relevância das condicionantes:**

- Aprofundando cada uma das condicionantes qual a sua opinião, em geral, acerca da relevância descrita?

De forma geral, a entrevistada está de acordo com todas as descrições.

- Discorda de alguma das descrições de relevância? Fundamente por favor.

Não.

- O que acrescentaria às descrições da relevância das condicionantes?

Cultural: Falta de “visão de conjunto” por parte dos gabinetes de especialidades, uma vez que estes têm um pensamento muito egocêntrico, deve ser combatida. Por um lado, isto pode dificultar a implementação. Por outro lado, o BIM ditará o fim do facto de “só se preocuparem com eles mesmos” uma vez que terão que fazer os seus projectos num ambiente multidisciplinar.

Cultural: Pouca receptividade das empresas à normalização

*In depth interview with snowball effect*

*Arq.<sup>a</sup> Carla Simões,  
Representante nacional e membro de excelência da Europengineers*

- **Interacções entre condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das interacções entre condicionantes apontadas?

Interessante, em especial o quadro resumo. Considera o quadro bem sintetizado e de análise fácil e esclarecedora. Com a consulta do quadro fica simples de verificar o caminho que ainda há a percorrer e o que é preciso melhorar.

- Discorda de alguma interacção apontada? Fundamente por favor.

Não.

- Acrescentaria alguma interacção entre condicionantes?

Financeira - Política: A esperada diminuição de erros e omissões e de derrapagens devia incentivar o Estado a adoptar o BIM.

Técnica - Técnica ou Técnica - Comercial: BIM facilita a aplicação do CCP, uma vez que o seu uso evita a inserção de especificações “de tudo e mais alguma coisa” nos desenhos, dado essas especificações já estarem descritas nos objectos.

??? - ???: Actualmente, a base de licitação das obras públicas é muito baixa, o que diminui a credibilidade dos projectos. Com o aumento da transparência, essa base de licitação deverá aumentar, o que faz com que as obras públicas passem a ter peças técnicas “sérias” o que, em último caso, dá ao Estado um melhor produto final.

- **Proposta de metodologia de implementação do BIM como plataforma obrigatória em concursos públicos:**

- Qual a sua opinião em relação ao ajustamento da metodologia proposta à realidade nacional?

A entrevistada pensa que a metodologia proposta é ajustada à realidade e acrescenta que, dentro das outras hipóteses que tem em mente (baseadas em experiências passadas), “terá que ser esse o caminho, caso contrário não vê a implementação a ter sucesso”.

- Qual a sua opinião em relação à universalidade da metodologia proposta, uma vez que esta se predispõe a ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas?

É universal (convicta) e a ideia dos ajustamentos, assim como os ajustamentos propriamente ditos, estão bem pensados.

Sublinha a importância dos “*timings*” serem ajustáveis à realidade de cada país.

- A metodologia proposta divide-se em quatro fases. Na sua opinião esta divisão é adequada?

Concorda plenamente com a divisão. Sublinha a importância de ter pessoas “do privado” incluídas nas equipas dado haver por parte do Estado “falta de noção da realidade”.

- Considera que alguma das propostas indicadas é inadequada? Fundamente por favor.

O “*timing*” de cinco anos parece-lhe talvez pouco para a realidade nacional. Já na realidade internacional parece-lhe perfeitamente ajustado.

*In depth interview with snowball effect*

*Arq.<sup>a</sup> Carla Simões,  
Representante nacional e membro de excelência da Europengineers*

- No caso de concordar com a proposta enquanto um todo, discorda de algum pormenor das suas descrições? Fundamente por favor.

Não.

- Mudaria alguma das propostas indicadas para outra fase que não aquela que lhe foi atribuída? Fundamente por favor.

Definitivamente não.

- Tem alguma proposta a acrescentar? Fundamente por favor.

Não.

- *Standard:*

- De uma forma geral, concorda com as linhas de orientação indicadas no *standard*?

A entrevistada diz que está pouco claro para que serve o *Standard*.

- Na sua opinião, alguma das linhas de orientação do *standard* é inadequada? Fundamente por favor.

A entrevistada diz que o dono de obra não deve escolher o *software* a utilizar, mas sim o arquitecto.

- Acrescentaria alguma linha de orientação? Fundamente por favor.

Definição dos direitos de autor sobre o modelo, após este ser entregue ao dono de obra.

- *Implementação, condicionantes e pressupostos:*

- Quais considera serem os maiores obstáculos que a implementação desta metodologia encontraria?

A falta de vontade de adaptação dos gabinetes de especialidades.

- Quais considera serem os maiores inconvenientes da implementação desta metodologia?

O risco do desemprego, nomeadamente com o desaparecimento da classe dos desenhadores técnicos.

- Quais considera serem os maiores benefícios da implementação desta metodologia?

A compatibilidade entre todos os projectos, o que melhora o controlo de custos, aumenta a rapidez de projecto e simplifica os “trabalhos técnicos, uma vez que o arquitecto passa menos tempo a desenhar e mais tempo a arquitectar”.

- Em que circunstâncias e com que pressupostos considera que esta metodologia terá as melhores condições para ter sucesso?

Circunstâncias: assim que houver um sinal de recuperação económica, para que não se volte a “velhos hábitos”.

Pressupostos: haver, desde já, uma maior divulgação a todas as empresas para quando as circunstâncias forem as certas haver mais aceitação e compreensão do projecto.

- *Existe algum comentário que deseje acrescentar ao trabalho que se propôs a validar?*

Não.

## Anexo 2 - Apontamentos da segunda entrevista: Dr. Pedro Ministro

*In depth interview with snowball effect*

*Dr. Pedro Ministro,  
Director de Análise de Mercados no InCI*

**Grupos de Recolha:** Cargo de representação política / sectorial.

**Objectivo da entrevista:** Obter o parecer do entrevistado, enquanto Director de Análise de Mercados no Instituto da Construção e do Imobiliário, com a finalidade de validar a dissertação do entrevistador. A validação incidirá sobre a definição, a relevância e as interações entre condicionantes assim como sobre a proposta de metodologia de implementação do BIM enquanto plataforma obrigatória para as obras públicas de um país.

**Resultados pretendidos:** Contextualizar as propostas e aferir o seu ajustamento à realidade actual.

- **Definição das condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das condicionantes seleccionadas?

Concorda.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a menos importante? Fundamente por favor.

**Cultural:** O InCI regula a construção e a contratação pública e criou um portal único, de utilização obrigatória, o Portal Base da Contratação Pública, onde é feita toda a contratação pública, via electrónica. Na implementação da contratação pública electrónica a questão cultural não foi decisiva. “Porquê? Porque foi obrigatória e não facultativa”, caso contrário poderia ter sido.

- Sendo a condicionante escolhida a menos importante, dispensá-la-ia da lista?

Não.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a mais importante? Fundamente por favor.

**Política:** é onde está a decisão. (acrescentou em segunda escolha a **Financeira**).

- Na sua opinião, existe alguma condicionante que deveria ser acrescentada? Fundamente por favor.

**Institucional:** Separá-la da condicionante política (que é onde ela se inserida). **Político:** quem decide. **Institucional:** quem faz (o que é decidido).

- **Relevância das condicionantes:**

- Aprofundando cada uma das condicionantes qual a sua opinião, em geral, acerca da relevância descrita?

Concorda e vem no sentido da evolução em Portugal da contratação pública.

- Discorda de alguma das descrições de relevância? Fundamente por favor.

No geral não discorda de nenhuma, mas sublinha, no **Social**: o Estado aproveita as pessoas desactualizadas para outros cargos dentro das suas instituições. “A rigidez na administração pública existe tanto na entrada como na saída”.

*In depth interview with snowball effect*

*Dr. Pedro Ministro,  
Director de Análise de Mercados no InCI*

- O que acrescentaria às descrições da relevância das condicionantes?

Social: trabalhadores em função pública são mais envelhecidos do que os trabalhadores privados, o que pode trazer dificuldades em adaptar-se às novas tecnologias.

Económica: Vantagens na gestão orçamental do Estado e nas Instituições. Isso traria um efeito de alavancagem económica dada a maior disponibilidade orçamental pública.

- **Interacções entre condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das interacções entre condicionantes apontadas?

Interessante e bastante completo.

- Discorda de alguma interacção apontada? Fundamente por favor.

Na sua opinião, o lucro das empresas tenderá a ser menor, uma vez que o Estado consegue medir melhor o preço previamente.

Em relação aos incentivos: “Você quer maior incentivo do que ser obrigatório?”

- Acrescentaria alguma interacção entre condicionantes?

Económica - Social: Caso exista antecipação na implementação do BIM em relação ao resto do mundo, haverá uma tendência para “estar à frente” o que pode aumentar a exportação de conhecimentos, que por sua vez aumentará o emprego.

- **Proposta de metodologia de implementação do BIM como plataforma obrigatória em concursos públicos:**

- Qual a sua opinião em relação ao ajustamento da metodologia proposta à realidade nacional?

Sim, e vai ao encontro do que está a ser feito e do modelo de contratação pública.

- Qual a sua opinião em relação à universalidade da metodologia proposta, uma vez que esta se predispõe a ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas?

É universal.

- A metodologia proposta divide-se em quatro fases. Na sua opinião esta divisão é adequada?

Sim

- Considera que alguma das propostas indicadas é inadequada? Fundamente por favor.

Projectos-Piloto: os projectos-piloto devem ser feitos a entidades e não a obras.

- No caso de concordar com a proposta enquanto um todo, discorda de algum pormenor das suas descrições? Fundamente por favor.

Formação de funcionários públicos é uma questão difícil, uma vez que o que é proposto vai contra o paradigma do que é feito.

Por outro lado, as entidades adjudicantes poderão vir a ter mais dificuldades de autonomia com a implementação do BIM, dada a dificuldade da formação.

*In depth interview with snowball effect*

*Dr. Pedro Ministro,  
Director de Análise de Mercados no InCI*

Parte da Adaptação nacional já foi conseguida, com a entrada do novo método de contratação pública.

- Mudaria alguma das propostas indicadas para outra fase que não aquela que lhe foi atribuída? Fundamente por favor.

Não.

- Tem alguma proposta a acrescentar? Fundamente por favor.

Agendamento: é a primeiro passo de todos a tomar. Recolher pareceres e conhecimentos de todos os referidos em “Recolha de conhecimentos” para levar um sumário executivo à política, para que haja a decisão de seguir esse caminho. Por outro lado, como ainda é mais informal, há menos “disputa de interesses” nesta fase.

- **Standard:**

- De uma forma geral, concorda com as linhas de orientação indicadas no *standard*?

Concorda mas alerta para o cuidado para as regras da União Europeia para as “não restrições à concorrência”. Acrescenta ainda que a contratação pública electrónica é uma prioridade da União Europeia (Declaração de Manchester 2005).

- Na sua opinião, alguma das linhas de orientação do *standard* é inadequada? Fundamente por favor.

Não, mas alerta para que os limites a partir dos quais é obrigatório o BIM deverão ser comunitários (aceites pela UE).

Em vez de limites de custos, limitar por tipo de empresa: empresas de classe de alvará 6 ou mais.

- Acrescentaria alguma linha de orientação? Fundamente por favor.

Haver o cuidado de não legislar a mais.

- **Implementação, condicionantes e pressupostos:**

- Quais considera serem os maiores obstáculos que a implementação desta metodologia encontraria?

Ambiente institucional real: os organismos sujeitos à mudança podem ser prejudicados e “a coisa pode correr mal”.

- Quais considera serem os maiores inconvenientes da implementação desta metodologia?

Efeitos nefastos e talvez inevitáveis na produtividade das instituições.

Efeitos negativos em empresas e profissões.

- Quais considera serem os maiores benefícios da implementação desta metodologia?

O que a poupança permite: Maior conhecimento prévio dos custos; menores gastos; maior eficiência reprodutiva do investimento público.



---

*In depth interview with snowball effect*

*Dr. Pedro Ministro,  
Director de Análise de Mercados no InCI*

- Em que circunstâncias e com que pressupostos considera que esta metodologia terá as melhores condições para ter sucesso?

Sendo obrigatório e apenas para as obras maiores que um certo valor (sem descidas até 0) ou então obrigatório pela natureza dos trabalhos.

- **Existe algum comentário que deseje acrescentar ao trabalho que se propôs a validar?**

O entrevistado gostou bastante do trabalho que validou e adianta que o InCI também já tem agendado o BIM.

### Anexo 3 - Apontamentos da terceira entrevista: Eng.º Paulo Reis

*In depth interview with snowball effect*

*Eng.º Paulo Reis,  
Ex-Presidente da Região Sul da OE*

**Grupos de Recolha:** Cargo de representação profissional.

**Objectivo da entrevista:** Obter o parecer do entrevistado, enquanto ex-presidente da região sul da Ordem dos Engenheiros, com a finalidade de validar a dissertação do entrevistador. A validação incidirá sobre a definição, a relevância e as interações entre condicionantes assim como sobre a proposta de metodologia de implementação do BIM enquanto plataforma obrigatória para as obras públicas de um país.

**Resultados pretendidos:** Contextualizar as propostas e aferir o seu ajustamento à realidade actual.

- **Definição das condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das condicionantes seleccionadas?

Concorda.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a menos importante? Fundamente por favor.

**Social:** trata-se de uma inevitabilidade, “embora possam ser tomadas medidas para este ajuste”. Temos que evoluir no sentido de sermos mais competitivos num mercado mais exigente, portanto temos que arcar com as consequências dessa evolução e não podemos deixar de evoluir por causa dessas consequências.

- Sendo a condicionante escolhida a menos importante, dispensá-la-ia da lista?

Não, pois embora a considere a menos importante, não deixa de o ser, sendo precisas medidas para a sua mitigação.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a mais importante? Fundamente por favor.

**Política:** um projecto como estes só consegue ter força para “ir para a frente” se for exigido.

**Operacional:** as vantagens previstas ultrapassam a política pela diferenciação, que traz vantagens na internacionalização.

- Na sua opinião, existe alguma condicionante que deveria ser acrescentada? Fundamente por favor.

Não.

- **Relevância das condicionantes:**

- Aprofundando cada uma das condicionantes qual a sua opinião, em geral, acerca da relevância descrita?

Concorda.

- Discorda de alguma das descrições de relevância? Fundamente por favor.

**Cultural:** o tempo de adaptação à inovação é uma questão sectorial, atende à necessidade de mobilizar novas equipas e de mudar processos tradicionais de construir e aplica-se à realidade mundial e não apenas à nacional.

Educacional: devem ser considerados, não só as universidades, mas também politécnicos e o ensino profissional.

- O que acrescentaria às descrições da relevância das condicionantes?

Social: deve ser realçado o aumento do nível técnico e do emprego qualificado. É verdade que irá haver desemprego em algumas profissões mas, no final, haverá mais emprego qualificado e o nível técnico do sector irá ser também maximizado.

Política: o Estado devia reconhecer que é o principal “ganhador” do BIM e como tal deverá promover a “distribuição” dos ganhos para os restantes intervenientes, tendo em conta o peso da contribuição de cada interveniente. Nem que seja através de incentivos financeiros à implementação BIM.

Educacional: as associações (Ordens, AECOPS, LNEC, etc.) devem ser o veículo das necessidades de formação em BIM, para gerirem se essa necessidade é académica, politécnica ou profissional.

- **Interacções entre condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das interacções entre condicionantes apontadas?

Concorda, em especial com as questões do aumento da transparência no sector.

- Discorda de alguma interacção apontada? Fundamente por favor.

Política - Financeira: discorda com políticas de incentivos fiscais através de deduções em sede de IRC. Três razões: “E se eu tenho um ano negativo (e já não vou pagar IRC)?”; “Como seria a fiscalização a essas deduções?”; “Impostos são impostos, os incentivos não devem ser efectuados sobre impostos, mas nos investimentos, nas linhas de crédito e, complementarmente, em impostos”.

O entrevistado conclui: “incentivos apenas sobre impostos podem ser uma questão bastante complicada”.

- Acrescentaria alguma interacção entre condicionantes?

Política - Financeira: Em substituição às deduções em sede de IRC o entrevistado sugere “incentivos económicos à renovação do *software*, à formação e à empregabilidade”.

Assim como já foi feito no passado (QREN, IAPMEI, etc.) o Estado poderá subsidiar a compra dos pacotes (*software*, *hardware*, licenças e formação) em que, por exemplo, paga 70% e a empresa paga 30%, ou outras percentagens, atendendo, não só ao contexto europeu, mas ao momento de fortíssima crise no sector da construção e obras públicas.

Outra alternativa: criação linhas de crédito bonificado (em que o Estado paga 50% das prestações) associadas aos programas de incentivo financeiro.

*In depth interview with snowball effect*

*Eng.º Paulo Reis,  
Ex-Presidente da Região Sul da OE*

- **Proposta de metodologia de implementação do BIM como plataforma obrigatória em concursos públicos:**

- Qual a sua opinião em relação ao ajustamento da metodologia proposta à realidade nacional?

Concorda, embora sublinhe que deverá haver claros apoios financeiros à implementação. “A legislação produzida ao longo do tempo foi sempre no sentido de existirem regras de relacionamento entre os vários envolvidos na encomenda pública, logo poder-se-á dizer que sendo o as plataformas BIM mais transparentes em todo o processo de encomenda pública, o Estado sempre procurou o BIM.”

- Qual a sua opinião em relação à universalidade da metodologia proposta, uma vez que esta se predispõe a ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas?

É universal, sem dúvida. Sublinha o ponto “Adaptação nacional”.

- A metodologia proposta divide-se em quatro fases. Na sua opinião esta divisão é adequada?

Sim, concorda com as quatro fases propostas.

- Considera que alguma das propostas indicadas é inadequada? Fundamente por favor.

Não.

- No caso de concordar com a proposta enquanto um todo, discorda de algum pormenor das suas descrições? Fundamente por favor.

Não.

- Mudaria alguma das propostas indicadas para outra fase que não aquela que lhe foi atribuída? Fundamente por favor.

Não.

- Tem alguma proposta a acrescentar? Fundamente por favor.

Não.

- **Standard:**

- De uma forma geral, concorda com as linhas de orientação indicadas no *standard*?

Concorda.

- Na sua opinião, alguma das linhas de orientação do *standard* é inadequada? Fundamente por favor.

O empreiteiro geral tem toda a vantagem em operar em BIM. Sendo esta uma questão central, não deverá ficar “à vontade” do dono de obra se o empreiteiro geral utiliza ou não o modelo devendo ser mesmo obrigatório o seu uso. “Diria que sempre que é necessária coordenação a plataforma BIM tem as potencialidades para que essa coordenação seja mais efectiva, reduzindo prazos e custos resultantes das inoperacionalidades resultantes de erros, omissões ou incompatibilidades.”

*In depth interview with snowball effect*

*Eng.º Paulo Reis,  
Ex-Presidente da Região Sul da OE*

- Acrescentaria alguma linha de orientação? Fundamente por favor.

Não.

- **Implementação, condicionantes e pressupostos:**

- Quais considera serem os maiores obstáculos que a implementação desta metodologia encontraria?

A actual situação económica.

A falta de reconhecimento por parte do Estado, como principal entidade de regulação do mercado, do peso estratégico do sector dos estudos e projectos (de arquitectura e engenharia) para o desempenho da construção, quer na vertente técnica, quer na vertente administrativa do processo contratual de obras. “No caso técnico, as soluções técnicas mais adequadas exigem organizações melhor preparadas, munidas de técnicos mais diferenciados, com tempo e honorários adequados: o que se verifica, muitas das vezes, é serem exigidos prazos irrealistas e uma consideração de ter de existir um mercado desregulado, no qual o projectista é esmagado, sem reconhecer a importância das decisões técnicas no futuro custo, qualidade e desempenho da obra. Acresce inclusive uma penalização aos projectistas, em sede da actual legislação sobre erros omissões, na qual não é permitida qualquer margem de erro por parte da entidade projectista, ficando esta à mercê de decisões, por exemplo do empreiteiro, no sentido da penalização, o que é um sinal muito negativo da percepção que existe sobre a actividade de projecto, por parte do legislador e, no fundo, do Estado, não garantindo o Princípio da Proporcionalidade. No caso administrativo, atendendo que não serão regras contratuais mais apertadas que defenderão a menor qualidade dos projectos: estes terão de estar correctos sob pena de gerarem mais prazo, mais custos e outras perdas, haja o contrato que houver.”

Enquanto não houver o reconhecimento da importância estratégica e técnica do sector dos estudos e projectos por parte do Estado, será sempre difícil implementar, por falta de capacidade financeira do sector para aquisição, formação e manutenção.

Referindo-se aos erros e omissões o entrevistado acrescenta que, “por último, a procura da transparência do sector da construção, do lado da empreitada, tem que procurar equilíbrios face a práticas actuais”.

- Quais considera serem os maiores inconvenientes da implementação desta metodologia?

O esforço financeiro solicitado às empresas ao nível da formação dos seus quadros técnicos e na aquisição e manutenção de *software*.

- Quais considera serem os maiores benefícios da implementação desta metodologia?

Transparência no processo de concurso.

Maior coordenação entre os vários projectos.

Promoção técnica do projecto.

Maior confiabilidade no produto (projecto, construção, manutenção).

O BIM como plataforma para concursos públicos - contribuição para uma metodologia de implementação

*In depth interview with snowball effect*

*Eng.º Paulo Reis,  
Ex-Presidente da Região Sul da OE*

- Em que circunstâncias e com que pressupostos considera que esta metodologia terá as melhores condições para ter sucesso?

A utilização do modelo BIM é central.

Pressuposto: faseamento bem definido.

Circunstâncias económicas favoráveis, nomeadamente com o crescimento do investimento e o aparecimento de novos projectos.

- Existe algum comentário que deseje acrescentar ao trabalho que se propôs a validar?

“Pelo que me foi permitido avaliar pelo trabalho, a tecnologia BIM é uma evolução natural, utilizando as actuais potencialidades da informática e das telecomunicações, para resposta às necessidades de coordenação entre os vários intervenientes no processo da contratação de projectos e obras, estendendo-se naturalmente às entidades projectistas, como as que concebem a obra, às entidades executantes, como as que a constroem, às entidades fiscalizadoras ou revisoras que fiscalizam ou acompanham o processo e às entidades dono de obra, que a promovem, utilizam ou comercializam. Através desta ferramenta toda a organização do processo é mais clara, permite a detecção de incompatibilidades entre os vários projectos, promove a coordenação geral entre todos os intervenientes, como o principal factor de redução do erro. É, seguramente, um factor de promoção de um diálogo técnico entre todas as entidades, uma vez que todas comunicam sobre a mesma base, diminuindo dúvidas e conflitualidades.

É pois um trabalho que tem o maior interesse face às respostas que pode dar a necessidades do sector e à melhoria no alcance dos objectivos.”

Por outro lado este trabalho permite que o sector reconheça a necessidade de valorizar a implementação do BIM, uma vez que “toda a organização do sector das obras públicas pode ser valorizada na implementação das plataformas BIM”.

#### Anexo 4 - Apontamentos da quarta entrevista: Eng.<sup>a</sup> Teresa Nogueira Simões

*In depth interview with snowball effect*

*Eng.<sup>a</sup> Teresa Nogueira Simões,  
Membro da Direcção da AECOPS*

**Grupos de Recolha:** Cargo de representação sectorial.

**Objectivo da entrevista:** Obter o parecer da entrevistada, enquanto membro da Direcção da Associação de Empresas de Construção Obras Públicas e Serviços, com a finalidade de validar a dissertação do entrevistador. A validação incidirá sobre a definição, a relevância e as interações entre condicionantes assim como sobre a proposta de metodologia de implementação do BIM enquanto plataforma obrigatória para as obras públicas de um país.

**Resultados pretendidos:** Contextualizar as propostas e aferir o seu ajustamento à realidade actual.

- **Definição das condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das condicionantes seleccionadas?

Concorda.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a menos importante? Fundamente por favor.

Cultural porque se embebe muito nas restantes condicionantes.

- Sendo a condicionante escolhida a menos importante, dispensá-la-ia da lista?  
Não.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a mais importante? Fundamente por favor.

Económica: é uma solução para uma série de problemas económicos que estão a assolar o sector.

Política: em segundo lugar apenas pela dependência do resto da Europa.

- Na sua opinião, existe alguma condicionante que deveria ser acrescentada? Fundamente por favor.

Não acrescenta nenhuma condicionante mas pensa que a condicionante técnica devia mudar o nome para “Legal”.

- **Relevância das condicionantes:**

- Aprofundando cada uma das condicionantes qual a sua opinião, em geral, acerca da relevância descrita?

Concorda.

- Discorda de alguma das descrições de relevância? Fundamente por favor.

Cultural: considera que portugueses não são mais adversos à novidade que outras nacionalidades.

Política: pressão do sector sobre os legisladores é uma questão do passado, hoje em dia não se aplica.

Operacional: empresas “apostavam” (passado) em estratégias de lucro menos claras. Hoje em dia esses procedimentos já não são adoptados.

*In depth interview with snowball effect*

*Eng.<sup>a</sup> Teresa Nogueira Simões,  
Membro da Direcção da AECOPS*

- O que acrescentaria às descrições da relevância das condicionantes?

Comercial: salientar que seria muito bom para que o concurso corresse bem que se implementasse o BIM.

- **Interacções entre condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das interacções entre condicionantes apontadas?

Concorda, porém as interacções entre todas as condicionantes pode tornar o tema repetitivo.

- Discorda de alguma interacção apontada? Fundamente por favor.

Geral: O empreiteiro não pode ser sempre visto como “o mau da fita”.

Social - Cultural: discorda com o termo “facilitismo” apesar de não encontrar termo mais adequado. “Inércia cultural” também lhe parece ser um termo um pouco forte.

Financeira - Política: “fuga aos impostos por trabalhos não declarados” devia ser antes chamado de “mercado paralelo”.

- Acrescentaria alguma interacção entre condicionantes?

Não.

- **Proposta de metodologia de implementação do BIM como plataforma obrigatória em concursos públicos:**

- Qual a sua opinião em relação ao ajustamento da metodologia proposta à realidade nacional?

Está bem estruturada e ajustada à realidade nacional.

- Qual a sua opinião em relação à universalidade da metodologia proposta, uma vez que esta se predispõe a ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas?

A metodologia proposta é ajustada aos países desenvolvidos (de “1º mundo” e “2º mundo”) enquanto em países de “3º mundo” ficará a faltar muita legislação de base, antes de chegar ao ponto em que possa adoptar a metodologia proposta.

- A metodologia proposta divide-se em quatro fases. Na sua opinião esta divisão é adequada?

Sim. Sublinha a importância da fase de continuidade.

- Considera que alguma das propostas indicadas é inadequada? Fundamente por favor.

Não.

- No caso de concordar com a proposta enquanto um todo, discorda de algum pormenor das suas descrições? Fundamente por favor.

Não.

- Mudaria alguma das propostas indicadas para outra fase que não aquela que lhe foi atribuída? Fundamente por favor.

Não.



*In depth interview with snowball effect*

*Eng.<sup>a</sup> Teresa Nogueira Simões,  
Membro da Direcção da AECOPS*

- Tem alguma proposta a acrescentar? Fundamente por favor.

Não. Sublinha a importância da proposta “Promoção da interoperabilidade entre *software*”.

- **Standard:**

- De uma forma geral, concorda com as linhas de orientação indicadas no *standard*?

Sim.

- Na sua opinião, alguma das linhas de orientação do *standard* é inadequada?  
Fundamente por favor.

Não. Mas salvaguarda que, na actual plataforma electrónica para concursos públicos talvez tenha havido alguma precipitação o que gerou a criação de várias plataformas diferentes para entregas, o que tira transparência ao modelo e não é bom para os empreiteiros. Existindo uma plataforma para entregas BIM, esta deveria ser única.

- Acrescentaria alguma linha de orientação? Fundamente por favor.

Não. Sublinha que o mesmo está bastante completo.

- **Implementação, condicionantes e pressupostos:**

- Quais considera serem os maiores obstáculos que a implementação desta metodologia encontraria?

Coordenação da legislação para que seja possível implementar o BIM (possível falta de “adaptação” técnica para uma boa coordenação).

- Quais considera serem os maiores inconvenientes da implementação desta metodologia?

Projectistas: será uma revolução para os projectistas.

Donos de obra: o aumento dos valores das obras, uma vez que serão aumentados os valores base de concurso, dada a melhor e “mais prévia” especificação do projecto.

Todos: questões financeiras.

- Quais considera serem os maiores benefícios da implementação desta metodologia?

Definição dos projectos para concursos, o que gera concursos mais bem definidos.

Redução dos erros e omissões.

Economia por parte do empreiteiro.

- Em que circunstâncias e com que pressupostos considera que esta metodologia terá as melhores condições para ter sucesso?

Circunstâncias: Haver um plano, a médio prazo, para as obras públicas.

Pressupostos: seria ideal, chegadas as circunstâncias descritas, implementar o BIM ao mesmo tempo que se lança o plano de obras públicas, garantindo a organização desde o início o mesmo. O maior pressuposto seria a real predisposição para tornar o BIM numa aposta estratégica do país.

- **Existe algum comentário que deseje acrescentar ao trabalho que se propôs a validar?**

Não.

O BIM como plataforma para concursos públicos - contribuição para uma metodologia de implementação

Anexo 5 - Apontamentos da quinta entrevista: Prof. Doutor António Mendonça

*In depth interview with snowball effect*

*Prof. Doutor António Mendonça,  
Ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações*

**Grupos de Recolha:** Cargo de representação política.

**Objectivo da entrevista:** Obter o parecer do entrevistado, enquanto Ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, com a finalidade de validar a dissertação do entrevistador. A validação incidirá sobre a definição, a relevância e as interacções entre condicionantes assim como sobre a proposta de metodologia de implementação do BIM enquanto plataforma obrigatória para as obras públicas de um país.

**Resultados pretendidos:** Contextualizar as propostas e aferir o seu ajustamento à realidade actual.

- **Definição das condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das condicionantes seleccionadas?

Concorda.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a menos importante? Fundamente por favor.

Técnica uma vez que será a de mais fácil adaptação.

- Sendo a condicionante escolhida a menos importante, dispensá-la-ia da lista?

Não.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a mais importante? Fundamente por favor.

Política: é onde está a decisão a ser tomada.

Cultural: é necessária mudança de comportamentos e de atitude.

- Na sua opinião, existe alguma condicionante que deveria ser acrescentada? Fundamente por favor.

Não acrescenta mas talvez desagregasse a condicionante cultural em várias (cultura empresarial, cultura técnica, cultura política, cultura nacional, etc.).

- **Relevância das condicionantes:**

- Aprofundando cada uma das condicionantes qual a sua opinião, em geral, acerca da relevância descrita?

Concorda

- Discorda de alguma das descrições de relevância? Fundamente por favor.

Não: está feito um bom levantamento. Gosta particularmente do educacional.

- O que acrescentaria às descrições da relevância das condicionantes?

Não.

*In depth interview with snowball effect*

*Prof. Doutor António Mendonça,  
Ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações*

- **Interacções entre condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das interacções entre condicionantes apontadas?

“Mais uma vez a interacção entre a condicionante política e cultural é muito interessante e através destas criam-se as condições para que as outras se vão resolvendo”. O que é descrito vai ao encontro das ideias sectoriais do entrevistado.

- Discorda de alguma interacção apontada? Fundamente por favor.

Não. “Está muito bem sistematizado e organizado”, pelo que não tem nada em que discorda.

- Acrescentaria alguma interacção entre condicionantes?

Não. “Está muito bem dissecado”.

- **Proposta de metodologia de implementação do BIM como plataforma obrigatória em concursos públicos:**

- Qual a sua opinião em relação ao ajustamento da metodologia proposta à realidade nacional?

“Sim, ajusta-se”. O Governo teria apenas que fazer um estado da arte da situação nacional.

- Qual a sua opinião em relação à universalidade da metodologia proposta, uma vez que esta se predispõe a ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas?

É universal.

- A metodologia proposta divide-se em quatro fases. Na sua opinião esta divisão é adequada?

Acrescentaria uma fase inicial, onde haveria uma discussão prévia para um balanço e um ponto de situação: “qual é o estado da arte em Portugal?”

- Considera que alguma das propostas indicadas é inadequada? Fundamente por favor.

Não.

- No caso de concordar com a proposta enquanto um todo, discorda de algum pormenor das suas descrições? Fundamente por favor.

Não.

- Mudaria alguma das propostas indicadas para outra fase que não aquela que lhe foi atribuída? Fundamente por favor.

Não.

- Tem alguma proposta a acrescentar? Fundamente por favor.

Não.

- **Standard:**

- De uma forma geral, concorda com as linhas de orientação indicadas no *standard*?

Concorda. “É absolutamente imprescindível e fundamental” a existência de um standard completo como o proposto.

*In depth interview with snowball effect*

*Prof. Doutor António Mendonça,  
Ex-Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações*

- Na sua opinião, alguma das linhas de orientação do *standard* é inadequada?  
Fundamente por favor.

Não.

- Acrescentaria alguma linha de orientação? Fundamente por favor.

O entrevistado “não se sente a pessoa indicada para acrescentar [linhas de orientação] dado que está tudo bastante completo”.

- **Implementação, condicionantes e pressupostos:**

- Quais considera serem os maiores obstáculos que a implementação desta metodologia encontraria?

A cultura, a política e os interesses económicos.

“Nem sempre a transparência da informação é descjada” pelos intervenientes na indústria e no sector.

A falta de estabilidade nas instituições: na opinião do entrevistado, o BIM requer estabilidade institucional para ser implementado e a actual falta de estabilidade, devido às constantes entradas e saídas e mudanças de ideais, tornou o Estado inoperável.

Politização dos projectos: as decisões muitas vezes não são avaliadas por análises técnicas, mas sim por questões políticas. O BIM pode ajudar nesse sentido, uma vez que centraliza a informação e torna-a acessível para que não haja um processo de “penso que...” baseado em “disse que disse” mas sim em questões técnicas descritas na informação disponível.

- Quais considera serem os maiores inconvenientes da implementação desta metodologia?

Possível utilização abusiva da informação. Terá que ser bem precavida esta situação.

- Quais considera serem os maiores benefícios da implementação desta metodologia?

Transparência.

Conhecimento da realidade.

Eficiência e qualidade na tomada da decisão. “O facto de facilitar a decisão dos decisores é algo importantíssimo”. Nos dias que correm “há carência de informação” para a tomada de decisão.

Eficácia macropolítica e macroeconómica.

- Em que circunstâncias e com que pressupostos considera que esta metodologia terá as melhores condições para ter sucesso?

Numa fase inicial de um novo Governo [logo após a sua eleição] e tendo objectivos claros de aumento da eficiência da administração pública.

- **Existe algum comentário que deseje acrescentar ao trabalho que se propôs a validar?**

O entrevistado pensa que a abordagem BIM é interessante e sugere o aprofundamento deste estudo e a sua divulgação, dada a sua relevância.

“A proposta é absolutamente interessante e vai ao encontro das nossas preocupações. É continuar a estudar o assunto e divulgar os seus resultados”.

## Anexo 6 - Apontamentos da sexta entrevista: Eng.º Mineiro Aires

*In depth interview with snowball effect*

*Eng.º Mineiro Aires,  
Presidente da Região Sul da OE*

**Grupos de Recolha:** Cargo de representação profissional.

**Objectivo da entrevista:** Obter o parecer do entrevistado, enquanto presidente da região sul da Ordem dos Engenheiros, com a finalidade de validar a dissertação do entrevistador. A validação incidirá sobre a definição, a relevância e as interacções entre condicionantes assim como sobre a proposta de metodologia de implementação do BIM enquanto plataforma obrigatória para as obras públicas de um país.

**Resultados pretendidos:** Contextualizar as propostas e aferir o seu ajustamento à realidade actual.

- **Definição das condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das condicionantes seleccionadas?

Ajustam-se e estão bem.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a menos importante? Fundamente por favor.

**Cultural:** a cultura do sector é facilmente alterável/ajustável desde que haja necessidades de mudança e posturas novas.

- Sendo a condicionante escolhida a menos importante, dispensá-la-ia da lista?  
Sim.

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a mais importante? Fundamente por favor.

**Política:** implementação com esta universalidade provém da decisão política. Devem ser os políticos a influenciar a mudança.

- Na sua opinião, existe alguma condicionante que deveria ser acrescentada? Fundamente por favor.

**Stakeholders:** posição que os principais (des)interessados terão em relação às mudanças previstas poderá condicionar a implementação.

- **Relevância das condicionantes:**

- Aprofundando cada uma das condicionantes qual a sua opinião, em geral, acerca da relevância descrita?

A opinião do entrevistado é positiva. “Penso que as questões vão tocar nos pontos mais importantes e preponderantes”.

- Discorda de alguma das descrições de relevância? Fundamente por favor.

Mudaria o nome da Comercial para Sectorial.

- O que acrescentaria às descrições de relevância das condicionantes?

**?Comercial?:** Divulgação prévia e prévio anúncio público é central e necessário.

**Económica:** Para o contribuinte a implementação tem que ter custo zero. O modelo de funcionamento e de operação do BIM deve ser suportado em soluções que não gerem custos

*In depth interview with snowball effect*

*Eng.º Mineiro Aires,  
Presidente da Região Sul da OE*

para o Estado. Modelo de gestão proposto pelo entrevistado: custava 100, custou 95: os restantes 5 vão para um fundo de gestão.

- **Interacções entre condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das interacções entre condicionantes apontadas?

Concorda.

- Discorda de alguma interacção apontada? Fundamente por favor.

O entrevistado pensa que a interacção Cultural-Política descrita no Quadro 4.1, sendo verdade há uns anos já não é aplicável aos dias de hoje.

- Acrescentaria alguma interacção entre condicionantes?

Não.

- **Proposta de metodologia de implementação do BIM como plataforma obrigatória em concursos públicos:**

- Qual a sua opinião em relação ao ajustamento da metodologia proposta à realidade nacional?

Ajusta-se.

- Qual a sua opinião em relação à universalidade da metodologia proposta, uma vez que esta se predispõe a ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas?

“Estamos na globalização, obviamente que é.”

- A metodologia proposta divide-se em quatro fases. Na sua opinião esta divisão é adequada?

Sim.

- Considera que alguma das propostas indicadas é inadequada? Fundamente por favor.

Não.

- No caso de concordar com a proposta enquanto um todo, discorda de algum pormenor das suas descrições? Fundamente por favor.

Não.

- Mudaria alguma das propostas indicadas para outra fase que não aquela que lhe foi atribuída? Fundamente por favor.

Comunicação: deve ser feita a comunicação ao sector o mais cedo possível e até mesmo antes da decisão política. Essa comunicação deve ser alargada para que toda a indústria saiba o que é o BIM. A indústria deve também ser informada sobre os objectivos e o âmbito do BIM.

- Tem alguma proposta a acrescentar? Fundamente por favor.

Fase de preparação – quadro de sustentabilidade: estabelecimento de um quadro de sustentabilidade económico-financeira da implementação do BIM.

*In depth interview with snowball effect*

*Eng.º Mineiro Aires,  
Presidente da Região Sul da OE*

- **Standard:**

- De uma forma geral, concorda com as linhas de orientação indicadas no *standard*?

Concorda.

- Na sua opinião, alguma das linhas de orientação do *standard* é inadequada?  
Fundamente por favor.

Não.

- Acrescentaria alguma linha de orientação? Fundamente por favor.

**Cadernos de encargos:** Estes devem ser exaustivos, precisos e concretos. Assim, permite fiscalizar-se o cumprimento do projecto.

O entrevistado considera esta linha de orientação “a mais importante” uma vez que todos os conflitos existentes são remetidos para os cadernos de encargos.

- **Implementação, condicionantes e pressupostos:**

- Quais considera serem os maiores obstáculos que a implementação desta metodologia encontraria?

Conjuntura económica actual é adversa para conseguir apoio político para uma implementação deste género.

Risco de reacção sectorial dada a recente mudança (CCP).

- Quais considera serem os maiores inconvenientes da implementação desta metodologia?

Não vê inconvenientes de maior.

- Quais considera serem os maiores benefícios da implementação desta metodologia?

“Num cenário de globalização de mercados a adopção de procedimentos comuns e estandardizados só podem trazer benefícios para mercados e inerente intercâmbio de empresas e engenheiros.”

- Em que circunstâncias e com que pressupostos considera que esta metodologia terá as melhores condições para ter sucesso?

“Circunstância de abundância de mercado, num ciclo sem retracção económico-financeira que seja favorável a uma pré-disposição para decisões políticas.”

- **Existe algum comentário que deseje acrescentar ao trabalho que se propôs a validar?**

A fragilidade principal é a falta de divulgação e informação. Assim, é necessária a sensibilização para uma adopção global.

Anexo 7 - Apontamentos da sétima entrevista: Dr. Fernando Silva

*In depth interview with snowball effect*

*Dr. Fernando Silva,  
Vice-Presidente InCI*

**Grupos de Recolha:** Cargo de representação política / sectorial.

**Objectivo da entrevista:** Obter o parecer do entrevistado, enquanto Vice-Presidente do Instituto da Construção e do Imobiliário, com a finalidade de validar a dissertação do entrevistador. A validação incidirá sobre a definição, a relevância e as interações entre condicionantes assim como sobre a proposta de metodologia de implementação do BIM enquanto plataforma obrigatória para as obras públicas de um país.

**Resultados pretendidos:** Contextualizar as propostas e aferir o seu ajustamento à realidade actual.

- **Definição das condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das condicionantes seleccionadas?

“Concordo. São bastante abrangentes.”

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a menos importante? Fundamente por favor.

Comercial: “Não creio que seja uma verdadeira condicionante. Se a condicionante política for ultrapassada e o BIM imposto como obrigatório em obras públicas, as empresas saberão responder rapidamente e adaptar-se sem grandes dificuldades.” O entrevistado acrescenta ainda que a ideia de que a obrigatoriedade irá causar problemas ao sector é falsa. No caso da obrigatoriedade das plataformas electrónicas, até nas câmaras municipais mais pequenas a obrigatoriedade não foi um problema.

- Sendo a condicionante escolhida a menos importante, dispensá-la-ia da lista?

“Não, mas eventualmente tirar-lhe-ia relevância.”

- Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a mais importante? Fundamente por favor.

Política: “Compete ao Estado dar o exemplo. A implementação massiva do BIM, em Portugal, depende da opção política que vier a ser tomada. E isso condiciona todos os outros aspectos.” O mercado funciona em função de estímulos. O modelo também é decisivo para uma boa implementação. A opção política de obrigar a utilização de uma plataforma funciona bem se e apenas se o modelo e o trabalho a montante da decisão esteja bem feito e sem erros.

- Na sua opinião, existe alguma condicionante que deveria ser acrescentada? Fundamente por favor.

Regulatória: “Não basta publicar uma lei dizendo que o BIM é obrigatório. É depois necessário encarregar um organismo público que seja regulador ou vigilante dessa aplicação, seja na perspectiva das entidades públicas, seja dos operadores privados.” É necessária regulação.



- **Relevância das condicionantes:**

- Aprofundando cada uma das condicionantes qual a sua opinião, em geral, acerca da relevância descrita?

“Parece-me bem fundamentada cada uma das condicionantes.”

- Discorda de alguma das descrições de relevância? Fundamente por favor.

“Discordo da afirmação feita a propósito da condicionante cultural de que se prevê pouca receptividade das empresas à normalização. Pelo contrário, sinto que hoje as empresas querem a normalização, pois isso facilita-lhes a vida. Facilita-lhes a preparação de propostas, tornando os documentos dos procedimentos mais transparentes.” As PME's não terão a iniciativa nem são inovadoras. No entanto esperam por mudança e querem-na.

- O que acrescentaria às descrições da relevância das condicionantes?

Não.

- **Interacções entre condicionantes:**

- Qual a sua opinião, em geral, acerca das interacções entre condicionantes apontadas?

“É muito favorável. Concordo em especial com a afirmação de que a condicionante política influencia todas as outras.”

- Discorda de alguma interacção apontada? Fundamente por favor.

“Discordo da afirmação de que a inércia vigente no sector da construção civil em Portugal pode impedir a implementação do BIM. Pelo contrário, estamos num período de escassez de obra, pelo que temos todos mais tempo para pensar estrategicamente o futuro, escolhendo as tecnologias que queremos adoptar quando ele chegar.”

- Acrescentaria alguma interacção entre condicionantes?

Não.

- **Proposta de metodologia de implementação do BIM como plataforma obrigatória em concursos públicos:**

- Qual a sua opinião em relação ao ajustamento da metodologia proposta à realidade nacional?

Sim, adapta-se. “Parece-me uma boa metodologia, devidamente ponderada e sistematizada.”

- Qual a sua opinião em relação à universalidade da metodologia proposta, uma vez que esta se predispõe a ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas?

“Concordo. Aliás tem pleno enquadramento num mercado que se quer cada vez mais global, pelo que a plataforma BIM traz vantagens para o funcionamento e transparência do mercado de obras públicas à escala europeia.”

- A metodologia proposta divide-se em quatro fases. Na sua opinião esta divisão é adequada?

Sim.

*In depth interview with snowball effect*

*Dr. Fernando Silva,  
Vice-Presidente InCI*

- Considera que alguma das propostas indicadas é inadequada? Fundamente por favor.

O entrevistado discorda, para o caso português, do período de aplicação. “Discordo apenas de que seja necessário um prazo tão longo (5 anos) para aplicação do BIM a todas as obras públicas. Temos capacidade instalada de o fazermos num prazo mais curto (no máximo 3 anos). Veja-se o exemplo da implementação da contratação pública electrónica em Portugal.” O prazo de três anos sugerido seria repartido em: 1º ano, 16.000.000€+; 2º ano, 5.000.000€+; 3º ano, 0€+.

- No caso de concordar com a proposta enquanto um todo, discorda de algum pormenor das suas descrições? Fundamente por favor.

Não.

- Mudaria alguma das propostas indicadas para outra fase que não aquela que lhe foi atribuída? Fundamente por favor.

Não.

- Tem alguma proposta a acrescentar? Fundamente por favor.

Não.

- **Standard:**

- De uma forma geral, concorda com as linhas de orientação indicadas no *standard*?

Sim.

- Na sua opinião, alguma das linhas de orientação do *standard* é inadequada? Fundamente por favor.

O entrevistado sublinha que, no caso português, “a entrega de propostas em concurso de obras públicas em Portugal já é feita por via electrónica utilizando as plataformas electrónicas de contratação pública.”

- Acrescentaria alguma linha de orientação? Fundamente por favor.

“É necessário assegurar a compatibilização entre o BIM e as plataformas electrónicas.”

- **Implementação, condicionantes e pressupostos:**

- Quais considera serem os maiores obstáculos que a implementação desta metodologia encontraria?

“Sendo para mim a maior condicionante a política, o maior obstáculo poderia vir da eventual inexistência de vontade para implementar o BIM em Portugal com carácter obrigatório.” Havendo vontade administrativa poderá haver falta de vontade política: está tudo nas mãos de uma pessoa (o decisor). Este tipo de decisão depende da tutela e das suas agendas políticas. Para evitar essa dependência, convém que os estudiosos (mestres/doutorados/etc.) modelem a opinião pública, pois só assim não fica dependente da agenda política.

- Quais considera serem os maiores inconvenientes da implementação desta metodologia?

“Não vejo inconvenientes.”

*In depth interview with snowball effect*

*Dr. Fernando Silva,  
Vice-Presidente InCI*

- Quais considera serem os maiores benefícios da implementação desta metodologia?

“Trata-se dum projecto totalmente alinhado com a nova política de contratação pública electrónica de que Portugal é pioneiro. Traz vantagens para todos, pois aumenta a transparência, o rigor da informação e contribui para a diminuição de erros e derrapagens nas obras públicas.”

- Em que circunstâncias e com que pressupostos considera que esta metodologia terá as melhores condições para ter sucesso?

“Se for apoiada pelo governo como uma boa prática. Do ponto de vista do mercado não vejo dificuldades. Os operadores privados da área do projecto e da construção estão preparados para responder bem a esse desafio.” O entrevistado acrescenta que os operadores públicos limitam-se a reagir, pelo que não são uma circunstância.

Circunstância actual: “o momento em que vivemos é propício ao estudo de novas práticas, métodos e metodologias de projectar e construir precisamente por se tratar de um período de escassez de trabalho que permite às empresas virarem-se para dentro e se tornarem mais transparentes e competitivas.” Trata-se portanto da altura ideal para fazer crescer o sector com boas práticas desde o início.

- **Existe algum comentário que deseje acrescentar ao trabalho que se propôs a validar?**

O BIM está na área de interesse do InCI. Juntamente com a plataforma de contratação pública e o Pronic, o BIM completa o circuito da contratação pública.

“O projecto BIM está a ser avaliado e estudado no âmbito de um grupo de trabalho criado no seio da PTPC. Sugeria, pois, um contacto com os intervenientes nesse grupo.”

Proposta de futuros campos de pesquisa: sinergias Pronic-BIM.

## Anexo 8 - Guião da entrevista

*In depth interview with snowball effect*

*Nome,  
Cargo e instituição*

**Grupos de Recolha:** Cargo de representação **GRUPO DE RECOLHA.**

**Objectivo da entrevista:** Obter o parecer do entrevistado, enquanto **CARGO E INSTITUIÇÃO**, com a finalidade de validar a dissertação do entrevistador. A validação incidirá sobre a definição, a relevância e as interações entre condicionantes assim como sobre a proposta de metodologia de implementação do BIM enquanto plataforma obrigatória para as obras públicas de um país.

**Resultados pretendidos:** Contextualizar as propostas e aferir o seu ajustamento à realidade actual.

- **Definição das condicionantes:**
  - Qual a sua opinião, em geral, acerca das condicionantes seleccionadas?
  - Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a menos importante? Fundamente por favor.
    - Sendo a condicionante escolhida a menos importante, dispensá-la-ia da lista?
  - Das condicionantes seleccionadas, qual considera ser a mais importante? Fundamente por favor.
  - Na sua opinião, existe alguma condicionante que deveria ser acrescentada? Fundamente por favor.
- **Relevância das condicionantes:**
  - Aprofundando cada uma das condicionantes qual a sua opinião, em geral, acerca da relevância descrita?
  - Discorda de alguma das descrições de relevância? Fundamente por favor.
  - O que acrescentaria às descrições da relevância das condicionantes?
- **Interações entre condicionantes:**
  - Qual a sua opinião, em geral, acerca das interações entre condicionantes apontadas?
  - Discorda de alguma interação apontada? Fundamente por favor.
  - Acrescentaria alguma interação entre condicionantes?
- **Proposta de metodologia de implementação do BIM como plataforma obrigatória em concursos públicos:**
  - Qual a sua opinião em relação ao ajustamento da metodologia proposta à realidade nacional?
  - Qual a sua opinião em relação à universalidade da metodologia proposta, uma vez que esta se predispõe a ser aplicada a qualquer país que queira implementar o BIM nas suas obras públicas?

*In depth interview with snowball effect*

*Nome,  
Cargo e instituição*

- A metodologia proposta divide-se em quatro fases. Na sua opinião esta divisão é adequada?
  - Considera que alguma das propostas indicadas é inadequada? Fundamente por favor.
  - No caso de concordar com a proposta enquanto um todo, discorda de algum pormenor das suas descrições? Fundamente por favor.
  - Mudaria alguma das propostas indicadas para outra fase que não aquela que lhe foi atribuída? Fundamente por favor.
  - Tem alguma proposta a acrescentar? Fundamente por favor.
- **Standard:**
    - De uma forma geral, concorda com as linhas de orientação indicadas no *standard*?
    - Na sua opinião, alguma das linhas de orientação do *standard* é inadequada? Fundamente por favor.
    - Acrescentaria alguma linha de orientação? Fundamente por favor.
- **Implementação, condicionantes e pressupostos:**
    - Quais considera serem os maiores obstáculos que a implementação desta metodologia encontraria?
    - Quais considera serem os maiores inconvenientes da implementação desta metodologia?
    - Quais considera serem os maiores benefícios da implementação desta metodologia?
    - Em que circunstâncias e com que pressupostos considera que esta metodologia terá as melhores condições para ter sucesso?
- **Existe algum comentário que deseje acrescentar ao trabalho que se propôs a validar?**